

nature

الطبعة العربية

الدورية الشهرية العالمية للعلوم

مرحبًا بالأدوات

تكنولوجيا حجرية متناهية الصغر أعطت الإنسان الحديث أسباب التقدم

طالع صفحتي 62 و68

فيزياء فلكية

تواصل استكشاف النجوم

تَوَالِي التجارب الفلكية على الأرض؛ لفهم البيانات الواردة من الفضاء

صفحة 21

ما بعد كيوتو

هواء ساخن

غازات الاحتباس الحراري تزداد بانقضاء «معاهدة كيوتو» المناخية

صفحة 35

علوم المواد الحاسوبية

استبدال عناصر السبائك المعدنية

استقرار السبائك يوصل إلى مواد ذات خصائص مُثْلَى

صفحة 64

ARABICEDITION.NATURE.COM

يناير 2013 / السنة الأولى / العدد 4

ISSN 977-2314-55003

nature

يناير 2013 / السنــة الأولــى / العــدد 4

تُنشَر مجلة "نِيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (5587-2314) ـ مِن قِبَل مجموعة نِيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلَة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرَة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نِيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلَة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نِيتْشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نِيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلَة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2012. وجميع الحقوق محفوظة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رسالة رئيس التحرير

الفساد البيئي في البر والبحر

وأنت تطالع الكثير من موضوعات هذا العدد الرابع، لا بد أن تستحضر قول الله تعالى: "ظَهَرَ الفَسَادُ فِي البَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ"، فلا زالت الإنسانية تعاني مما جَنَتْهُ أيدي الناس، بسبب تنافسهم المحموم على الثروة والسلطة، من تلوث للأرض وجَوِّها، والبحار ومياهها، ولا زالت البشرية عاجزة عن الاتفاق على آليات حقيقية للحل، إذ يقول كيرين شيرماير في مقاله المعنون بـ"هواء ساخن"، المنشور في هذا العدد: "بعد ثمانية أيام من التفاوض النكِد، كان الوقت المحدد لإنجاز وتسليم الاتفاقية الهادفة إلى إبطاء تسارع الاحترار العالمي يجري في غير صالح الوفود المشاركة في مؤتمر المناخ، الذي عُقد في كيوتو باليابان في عام 1997"، إلا أنهم ـ و"بعد جلسة محادثات ماراثونية استمرت طوال الليل ـ تمكنوا ـ في النهاية ـ من التوصّل إلى اتفاق المناخ المعروف باسم «بروتوكول كيوتو». وكان هذا أوّل اتفاق ـ وهو الوحيد حتى الآن ـ يُرغِم الدول الغنيّة على الحدّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وغازات الاحتباس الأخرى". ومع مرور كل تلك السنين على توقيعه، "فشل «بروتوكول كيوتو» في القضاء على أكبر الملوثات". ومع ذلك.. فما زال العالم يأمل في "مناقشة معاهدة جديدة بشأن المناخ بحلول عام 2015"، ولكن هل سيتمكن العالم من إيجاد حل لمشكلة "زيادة انبعاثات الكربون" المستعصية حتى الآن؟ هذا هو السؤال الذي تركه الكاتب مفتوحًا، والذي يمكن للماضي أن ينبئنا بإجابته مسبقًا.

وعلى الرغم من الفشل البادي في الاتفاق على سياسات عالمية تحدّ من الانبعاثات في ظل التنافس الاقتصادي والعسكري في العالم، إلا أن إدارات المدن الكبرى تستعين بعلمائها لـ"مراقبة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمناطق الحضر، كخطوة أولى نحو قياس مدى نجاح مبادرات حماية المناخ حول العالم"، وهي المبادرات التي يبدو أنها أكثر جدية على المستوى القُطْري، كما يشير مقال جيف توليفسون "المدن الكبرى تتجه إلى مراقبة انبعاثاتها"، وكما ينبئنا التخفيض الجاري في ميزانية أبحاث تغير المناخ على المستوى الأوروبي لصالح أبحاث الفضاء المشتركة، كما يشير "إدوين كارتليدج" في مقاله "موازنة الفضاء تعصف بعلم المناخ".

وإذا كان هذا حالنا مع انبعاثات الكربون، فإن ناتاشا جلبرت تخبرنا في مقالها المعنون بـ"تعثر قانون مكافحة التلوث الدوائي" بما يواجهه مقترح المفوضية الأوروبية للحدّ من التركيزات الموجودة في الماء لبعض الأدوية المستخدمة بشكل واسع ، كأحد عقاقير منع الحمل، وأحد مضادات الالتهاب ـ من ضغوط كثيرة من قِبَل شركات المياه والأدوية، معلِّلة ذلك بأن المعلومات العِلمية غير مؤكدة بجانب ارتفاع التكلفة. ويُرجِع علماء السموم السبب وراء هذا التأنيث إلى المواد الكيميائية التي يُطلق عليها (مُتلفات الغدد الصماء)، وبالأخص المادة الفعَّالة الموجودة بأقراص منع الحمل، وهي «إيثينايل إستراديول» (EE2)، التي تتسلل عبر مجاري الصرف الصحي إلى البيئة، حيث يؤثر التأنيث على صحة السمك، كما يتسبب في انخفاض عدد الحيوانات المنوية في الذكور؛ مما يهدِّد بحدوث انخفاض حاد في تعداد السمك. وتقول سوزان جوبلِنج، إخصائية سموم البيئة بجامعة برونيل بلندن: «إن هذا هو أكبر دليل نملكه على مدى تأثير أي مادة من المواد الكيميائية على البيئة البحرية»، ومع ذلك.. فإن الفشل يوجه جهود الحد من تلك التأثيرات السلبية للكيماويات على البيئة البحرية.

وكأنَّ العالم تنقصه مدخلات تلوث جديدة؛ فانثى يبحث عن وقود نووي جديد، يصفه البعض بأنه "وقود محتمل رائع"، وهو وقود الثوريوم، الذي يعتقد مؤيدوه بأنه "يمكن أن يُستخدَم في جيل جديد من مصانع الطاقة النووية؛ لإنتاج طاقة آمنة نسبيًّا، منخفضة الكربون، وأكثر مقاومةً لخطر الأسلحة النووية المعتمِدة على اليورانيوم". لذلك.. يحذر ستيفن ف. آشلي وزملاؤه في مقالهم حول "مخاطر وقود الثوريوم" من أن "الثوريوم ليس عنصرًا حميدًا، كما أشير إليه من قبل"، مؤكدين على أن "بزوغ تقنيات الثوريوم سوف يأتي بمشاكل، مثلما سيأتي أيضًا بمنافع". وعلى الوجه المقابل، يروِّج م.متشل ولدروب في مقاله "مفاعلات راديكالية" لمفاعلات يصفها بـ(البديلة)، وهي مفاعلات "الملح المنصهر كمصدر للطاقة، حيث كان الوقود النووي فيه سائلًا"، زاعمًا أن فكرة الملح المنصهر «كانت كفيلة بأن تحل كل مشكلات الطاقة النووية تقريبًا بطريقة بديعة".

تُرى، كم يحتاج العالم من قرون؛ حتى يعقل أن التنافس المحموم على الاستئثار بالثروات والسلطات في العالم سوف يتسبب في مزيد من الكوارث التي تحيق بكل سكان الأرض؟.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

يناير 2013 / السنة الأولى / العدد 4

هـذا الشـهـر

افتتاحيات

8 بيئة
حروب المياه
الإجراءات الوقائية لحماية البيئة يجب ألا تنتظر لحين فناء قطاع سكاني بالكامل.

9 أخلاقيات البحث
إرجاء عدم التصديق
جدل قائم حول احتمال تأثير السلوك العلمي المعيب على الانتخابات العامة في رومانيا.

رؤية كونية



10 **ما مدى قدرة بلادك على التكيُّف مع المخاطر البيئية؟**
«إن الأحداث المناخية بالغة القسوة في ازدياد واضح. لذلك.. يجب على الحكومات تطبيق استراتيجيات وطنية متكاملة لإدارة المخاطر» إروان ميشيل - كِرْجان

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية
مخلوقات أكثر تحت سطح البحر/ صدمة انخفاض كربون الأصداف/ «المن» يستعير شبكة أنابيب النبات/ توقيت جديد لانقراض سلالة «نياندرثال»/ أعقاب السجائر تطرد حشرات العش/ الرغاوي تعمل كسقالات صديقة للخلية.

ثلاثون يومًا

16 موجز الأنباء
وكالة «ناسا» الفضائية تصوِّر الأرض ليلًا/ تخفيض ميزانية مشروع للجسيمات المتصادمة بإيطاليا/ وفاة رائد زراعة الأعضاء/ إصدار دليل الصحة العقلية/ نقطة تحول مهمة للقاح مرض السحايا.

مهن علمية

83 اكتشاف الدواء
يد المساعدة
تستعين الصناعات الدوائية بالأكاديميين لمعالجة مشكلات المراحل الأولى لاكتشاف الدواء.

87 نقطة تحول
سارة أسْبيجو تحدد عمر عينات الجليد باستخدام النظائر بجامعة ميشيجن في آن آربور

87 ملخصات مهنية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضـوء



22 تغير المناخ
المدن الكبرى تتجه إلى مراقبة انبعاثاتها.

23 علم الأوبئة
متابعة الجرعات اليومية من السُّمِّيَّات.

25 المواد
لقطات نادرة لانفجار جسيم نانوي.

26 تمويل
موازنة الفضاء تعصف بعلم المناخ.

27 فيزياء المواد المُكثَّفة
آمال جديدة للتوصل إلى العازل العجيب.

تحقيقات

32 البيولوجيا الكيميائية
أبجدية الحمض النووي الجديدة
محاولة لتحسين الشفرة الوراثية حرفًا بحرف.



الطاقة

مفاعلات راديكالية

على مدى عقود، هيمن تصميم واحد على المفاعلات النووية، بينما تُركِّت جانبًا خيارات ذات إمكانات أفضل. والآن.. ربما حان وقت هذه التصاميم البديلة. صفحة 28

تعليقات

39 إتاحة الوصول
من أجل أبحاث مفتوحة المصدر في مجال تكنولوجيا النانو
يطرح جوشوا م. بيرس ضرورة إزالة غابة براءات الاختراع؛ لأجل الدفع بالابتكار على مستوى النانو.

42 ما بعد كيوتو
تقليل الانبعاثات ومقايضتها؛ لإيجاد طاقة جديدة
يذكر مايكل جروب أن هناك تحالفًا جديدًا، يقوم ببرامج لمقايضة الكربون، برغم المعوقات السياسية، وبالتالي يعيد كتابة خريطة الدبلوماسية المناخية.

44 الوقود النووي
مخاطر وقود الثوريوم
يحذر ستيفن ف. آشلي وزملاؤه من مسارات كيميائية بسيطة، تتيح إمكانيات انتشار نووي مُتوقعَة لذلك «الوقود المدهش».

كتب وفنون

46 هندسة مدنية
عبقري متمرِّد
يستمتع آلان ماكروبي بحياة المهندس المغامر، رائد حماية الجسور وناطحات السحاب من تأثير الرياح.

47 ملخصات كتب

48 تشريح
العظام الجميلة
أليسون آبوت تنعم بجولة رائعة في عالم الفن والعلم مع هياكل الطيور.



مراسلات

50 العلوم العالمية يمكن أن تعزِّز الدبلوماسية/ الطحالب في خطر بسبب فناء شجر الدردار/ من قوة إلى قوة في نماذج الفئران/ تسوية الخلاف حول المحيط الجنوبي.

تأبين

52 **فاريش أ. جنكِنز الابن (1940-2012)**
نيل شوبين

مستقبليات

88 **تَمَّ استقبال الإرسال**
بيتر ج. إينيرت



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

يناير 2013 / السنة الأولى / العدد 4

أبحاث

COVER ART BY ERICH FISHER

أنباء وآراء

55 منتدى التخليق
نقاش بنّاء
نقاش بين عالِم بيولوجيا وعالِمَين كيميائيين حول مزايا البراعة التخليقية بمجالي البيولوجيا والكيمياء
جاي د. كيسلنج، وأبراهام مندوزا وفيل س. باران

56 حاسة الشم
همسات عصبية حميمة
عصبونان متجاوران في ذبابة الفاكهة يتصلان ببعضهما البعض عبر التفاعلات الواقعة بالحقل الكهربي المحيط بهما.
كازوميشي شيميزو ومارك ستوبفر

59 بيولوجيا التكاثر
الخلايا الجذعية تحمل بداخلها بيضًا
باحثون يتمكنون من تحفيز خلايا جذعية جنينية مستزرعة مخبريًّا؛ لتتطورَ إلى بيض.
سايهام شلوفي، وكونراد هوشديلنجر

63 الكيمياء الفيزيائية
الماء في مواجهة الجزيئات الكارهة له
تعزيز الجزيئات المذابة الكارهة للماء من الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء المتجاورة.
هيوب بيكَر

64 علوم المواد الحاسوبية
استبدال مستبصر لعناصر السبائك المعدنية
طريقة حديثة للتنبؤ باستقرار ومرونة سبائك معينة بالنسبة إلى ملايين التكوينات الذرية.
جوس ل. و. هارت

الوراثة التطورية

تكرر الجينات في نشوء أنواع الطيور

تعتبر الطيور صائدة الذباب نماذج مهمة لنشوء الأنواع. ولتقديم نظرة متعمقة على اختلاف السلالات على نطاق الجينوم خلال نشوء الأنواع... صفحة 71





ملخصات الأبحاث

67 بعض البحوث المنشورة في عدد **22 نوفمبر 2012**

علم الآثار **مرحبًا بالأسلحة: تقنية حجرية دقيقة مبكرة**
K Brown *et al*

علوم المحيطات **آليات اختزال غاز الميثان في البحار**
J Milucka *et al*

علم الأعصاب **تعزيز الذاكرة في «الحصين»**
N. Logothetis *et al*

علم المناعة **ضبط التّحمّل المناعي المعتمد على الخلايا التائية المنظِّمة**
W Ouyang *et al*

الوراثة **بنية بروتين «DAXX» المقيِّد للهستون**
S Elsässer *et al*

70 بعض البحوث المنشورة في عدد **29 نوفمبر 2012**

المناخ **ضبط معايير الحساسية المناخية**
E Rohling *et al*

الغلاف الجوي **تضارب بيانات درجات الحرارة بالغلاف الجوي العلوي**
D Thompson *et al*

جيولوجيا **أصول صخور البازلت بقاع البحر البازلت**
H O'Neill *et al*

الجينوم **موارد بحثية لتحسين المحاصيل**
R Brenchley *et al*

الوراثة الجزيئية **دراسة بنى «الحالات المثارة» بالحمض النوويّ الريبي**
E Dethoff *et al*

74 بعض البحوث المنشورة في عدد **6 ديسمبر 2012**

علم الأعصاب **أصول العُرف العصبي**
P Abitua *et al*

علم النبات/بيولوجيا الجينوم **اكتشاف تركيب تطوري بجينومات الطحالب**
B Curtis *et al*

علم الأعصاب **التواصل التداخلي بين العصبونات المتجاورة**
C Su *et al*

علم الأعصاب/ فسيولوجيا **التنظيم الذاتي في الشبكة البصرية**
H Stensola *et al*

الفلك **الاقتراب من اكتشاف النجوم الأولى**
R Simcoe *et al*

76 بعض البحوث المنشورة في عدد **13 ديسمبر 2012**

علم الخلية **المغزلان الأوسطان هما الحلقة المفقودة في الانقسام الخلوي**
S Lekomtsev *et al*

علم الخلية **إنزيم «SIRT2» مُنظّم للموت الخلوي**
N Narayan *et al*

البيولوجيا الجزيئية **المُعَقَّدات الإضافيّة الضخمة تفكك حلقة المستضد التائيّ**
H Yardimci *et al*

الكيمياء الحيوية **بنية ناقل البروتين «TatC»**
S Rollauer *et al*

العلاجات الجزيئية **عقاقير متعددة الوظائف**
J Besnard *et al*


nature podcast
العِلْمُ ... حَيْثُما كُنت.
nature.com/nature/podcast
nature publishing group npg



مقالات

بيئــة ينبغي لأوروبا حماية أنواعها الحية قبل حدوث كارثة في التنوع الحيوي **ص. 8**

رؤية كونية ما مدى قدرة بلدان العالم على التكيُّف مع المخاطر البيئية؟ **ص. 10**

نهاية الكدح تستخدم عصافير المدن أعقاب السجائر في أعشاشها **ص. 14**

هدف القضاء على السرطان يفتقر إلى التوجيه

حددت مجموعة أمريكية مؤثرة داعمة موعدًا نهائيًا للقضاء على السرطان بحلول عام 2020، لكنها تجازف بثقة الجماهير بوعدها بهدف لم يستطع العلم تحقيقه بعد.

الأمل ليس بالاستراتيجية الجيدة، سواء في الحياة، أم في البحوث المتعلقة بالأمراض، ومن ثم فإن وضع الأهداف ووجود دافع لتحقيقها شيء محمود. والسرطان ليس استثناءً في هذا الشأن، بيد أن تحديد عام 2020 كموعد نهائي لـ«القضاء» على سرطان الثدي ـ وهو ما أيَّده الرئيس الأمريكي الأسبق بيل كلينتون في مطلع هذا الشهر ـ يُعد أمرًا مضلِّلًا. ومن المحتمل ـ مثله في ذلك مثل المواعيد الأخرى التي تُقترح عادة لـ(التغلب على السرطان) ـ أن يضر هذا بثقة الجمهور الذي يدعم المشروع البحثي بأكمله، ناهيك عن إضراره بالمرضى الذين يتشبثون ـ على نحو نتفهمه وندركه ـ بالأمل، مهما كانت درجة صحته.

أصبح كلينتون ـ الذي توفيت أمه نتيجة لإصابتها بسرطان الثدي ـ الرئيس الفخري لحملة عمرها عامان، أطلقها الائتلاف الوطني لسرطان الثدي الذي يُعلن على موقعه على شبكة الإنترنت أن له «رسالة وحيدة، مفادها: القضاء على سرطان الثدي بحلول أول يناير عام 2020». وتضيف منظمة الدعم وتمويل الأبحاث ـ التي تتخذ من العاصمة الأمريكية واشنطن مقرًّا لها ـ قائلة إن لديها «خطة استراتيجية» لتحقيق هذا الهدف، وذلك بالتركيز على سبل الوقاية، واستئصال الصورة الناقلة القاتلة لهذا المرض.

يورد الائتلاف «مخططًا» يشتمل على 4 صفحات ونصف الصفحة، وهو مُستفيض من حيث الحديث الطموح، ومُقِلّ من حيث التفاصيل العلمية.. فهو يُعلن ـ على سبيل المثال ـ أنه بحلول عام 2020 «يجب أن نتفهم كيفية الحيلولة دون الإصابة بمرض سرطان الثدي في المقام الأول». ويعتمد هذا الهدف بدرجة كبيرة على تطوير لقاح؛ للوقاية من سرطان الثدي. ويُذكر في هذا الصدد أن هناك خطة بحثية «موضوعة» لهذا الغرض، وسوف تكون بمثابة نموذج لـ«مشروعات تحفيزية» أخرى. ويمكن أن تشمل هذه المشروعات استغلال دور الفيروسات والالتهاب في سرطان الثدي، واستهداف الجهاز المناعي؛ للحيلولة دون انتقال الخلايا السرطانية من عضو إلى آخر.

إن الأهداف الطموحة شيء مبرَّر تمامًا، بل ومستحب عندما يكون لدينا ما يلزم من وسائل لتحقيق هذه الأهداف.. فالحملة الرامية إلى القضاء على الجدري صارت جهدًا عقلانيًّا تمامًا، بمجرد أن صار اللقاح جاهزًا.

والأمر نفسه ينطبق على هدف القضاء على شلل الأطفال، بيد أن المشكلات الشائكة التي تواجهنا حتى في القضاء على شلل الأطفال ـ وهو المرض الذي نملك منذ زهاء 60 عامًا لقاحًا للوقاية منه ـ تمنحنا العبرة والعظة بشأن مدى استحسان إقدامنا على القضاء على أي مرض من الأمراض.

يصدق هذا ـ بوجه خاص ـ على العدد الكبير من الأمراض التي نطلق عليها إجمالًا اسم السرطان، والتي بدأنا بالكاد نسبر أغوار تعقيدها. وبالنظر إلى دراسة واحدة فقط، نُشرت في وقت سابق من هذا العام (P. J. Stephens *et al*. *Nature* **486**, 400–404; 2012) وقامت بتحليل جينات ترميز البروتين في سرطانات الثدي لدى 100 امرأة مختلفة، تَبيَّن وجود ما لا يقل عن 40 محركًا محورًا مختلفًا للمرض. وقد وُجدت هذه المحركات على هيئة 73 توليفة مختلفة لدى هؤلاء المريضات المائة، اللاتي كان لدى كل منهن ما بين طفرة واحدة، وست طفرات. والحالات السهلة شحيحة هاهنا؛ فحتى في إحدى الحالات التي عانت فيها 28 مريضة من طفرة واحدة، سيكون من الصعوبة إيجاد علاج مستهدف لهذه الحالات ذات الطفرات الأحادية.

أضف إلى ذلك.. عدم قابلية المرض للعلاج، فهذا المرض لا يمكن القضاء عليه مثل الجدري؛ إذ إن بيولوجيا جسم الإنسان ـ من حيث طبيعتها ـ عُرضة لمرض له مظاهر لا نهائية متجذرة في الجينات. وإذا ما أُتيحت لدينا مجموعة من العلاجات الواعدة، فإن السنوات التي يستغرقها إتمام تجربة إكلينيكية، والتي تتراوح بين 8 و10 سنوات، تجعل الموعد المحدد بعام 2020 موعدًا مستحيلًا. وبالنسبة إلى الوقاية، فإن التجارب ذات القيمة الحقيقية لا تتطلب سنوات، بل عقودًا؛ نظرًا إلى مختلف التأثيرات التي يتعرض لها تطور سرطان الثدي طوال العمر، فالدراسة البريطانية «بريكثرو جينيريشنز Breakthrough Generations» لسرطان الثدي، التي سجّلت المشاركة رقم 100 ألف في عام2009 ، يتوقع لها أن تستمر لمدة 40 عامًا.

يجادل الائتلاف الوطني لسرطان الثدي بأن مثل هذه الحجج تريح الراضين عن الوضع الراهن، وهو ما يعتبر انحرافًا من جانب مشروع بحثي لا يتسم ـ حتى بعد عقود من ضخ الاستثمارات فيه ـ بقدر كاف من الإلحاح، بل على العكس من ذلك.. فنحن نؤيد الإلحاح، شريطة أن يكون موظفًا في خدمة الأهداف التي تقع في حدود الممكن، وإليك بعضها: اشرع في التعرف على جميع الأورام التي يكون فيها الجين HER2 متحورًا، وعالجها باستعمال عقار هيرسيبتن « تراستوزوماب» بحلول عام 2020. من المعروف أن هذا العلاج يفلح مع هذه الفئة الجينية من المرض، ولذا.. فإن هذا ليس بالأمر المستبعد، أو أعلِن أننا سنكون ـ في غضون خمس سنوات ـ قد طورنا عديدًا من النماذج القوية لسرطان الثدي، التي يمكن توظيفها بسرعة لتقييم الدلالة الوظيفية للطفرات والأشكال المتعددة التي يكشف عنها علم الجينوم بمعدل بالغ السرعة. إن مشروع كهذا، بما يشتمل عليه من معايير وتكاليف محدودة، يمكن ربطه بإطار زمني قابل للتحقيق.

«الاكتشاف لا يستجيب لمواعيد محددة»

يمكن أيضاً التصدي لسرطان آخر يصيب النساء، وذلك من خلال إطلاق حملات تهدف إلى التغلب على اللامبالاة التي قوبل بها لقاح فيروس الورم الحليمي البشري في الولايات المتحدة. إن التلقيح الشامل للفتيات اللائي تتراوح أعمارهن بين 11 و12 عامًا ضد الفيروس المسبب لسرطان عنق الرحم سوف يوفر ـ بضربة واحدة ـ مكاسب هائلة ضد حالات الوفيات البالغة زهاء 4 آلاف حالة، وكذلك حالات الإصابات الجديدة البالغة 12 ألف حالة إصابة جديدة بالسرطان، تشهدها الولايات المتحدة كل عام.

إن الاكتشاف لا يستجيب لمواعيد محددة، والحملات التي تدَّعِي ذلك تجازف بفقدان ثقة الجماهير فيها، سواء من دافعي الضرائب الذين يساندون المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة، أم من ملايين المانحين الذين يتبرعون لصالح العشرات من مجموعات داعمة لمكافحة الأمراض. إن هناك خيطًا رفيعًا بين خلق إحساس بضرورة التحرك بفاعلية، وبين المبالغة في تقديم الوعود. ومن الأفضل أن نكون مع الجانب الذي يتوخّى الواقعية تجاه كيفية عمل العلم، وما يمكن تحقيقه في الوقت الحالي. ■

الحياة على الأرض

يعد أحد أوائل الأدلة على وجود حياة فوق سطح الأرض أمرًا مثيرًا للجدل، لكن من عادة سجل الحفريات أن يكون مفاجئًا.

متى ظهرت الحياة فوق سطح الأرض لأول مرة؟ الإجابة على هذا السؤال ـ وهو من الأسئلة الرئيسة في مجال العلوم - تعتمد في الواقع على القيم التي تختارها

لتعريف «الحياة»، و«الأرض». هناك بالتأكيد دليل على وجود حياة ببِرَك مياه (عذبة) - الحياة البحرية بالأساس - منذ حوالي مليار سنة (.P. K. Strother *et al* (*Nature* **473**,505-509, 2011

وعدا ذلك.. فبقية الأدلة غير مباشرة، ويستدل عليها من خلال أثر العوامل الجوية على الصخور غير البحرية، والوجود الواضح للتربة القديمة Palaeosol – أي الرواسب الدالة على التربة المتحجرة التي ـ بحكم التعريف ـ تعرضت للهواء. أما الحفريات الفعلية التي قد تكون دلائل على الحياة البرية التابعة لعصر ما قبل الكمبري (قبل 542 مليون سنة)، فنادرة للغاية، أو كما يقول البعض.. أسطورية.

إن هذا الموضوع مثير للجدل إلى حد كبير. ومن العلماء الذين لم يخجلوا من الاشتباك مع هذا الطرح.. عالمة الحفريات النباتية جين جراي. فبدءًا من عام 1950، طرحت جراي ـ بشكل صاخب في كثير من الأحيان ـ رؤيتها عن وجود حياة على وجه الأرض منذ وقت مبكر جدًّا. ولكونها أنثى شرسة ومُدافِعَة عن وجهة نظر غير شعبية، لم تحصل على الكثير من المنح، لكنها كانت ـ كما وصفها عالم الأحياء ويليام شير في نعيه لها ـ « بارعة في اللعب بسوق الأوراق المالية، بقدر ما كانت بارعة في تفسير جراثيم الحفريات، مستخدمة ثروتها المستقلة في تمويل أبحاثها الخاصة» (*Nature* **405**,34;2000).

جريجوري ريتلاك من جامعة ولاية أوريجون في يوجين، مثل جين جراي، لم يكن خائفًا من أن ينقِّب في مجال هو موضع لجدل طويل. وقد عمل على عينات من التربة القديمة من عصر ما قبل الكمبري لسنوات عديدة. إن المشكلة مع تربة الحفريات هي أنه يتم الاعتراف بها عادة بفضل آثار الكائنات الحية التي تعيش بها، وخاصة جذور النباتات. وهنا يكمن اللغز: كيف يمكنك أن تميز التربة القديمة في الرواسب التي تفتقر إلى الجذور النباتية؟ الجواب يأتي من خلال عمل جيولوجي دقيق، يبين أن التربة القديمة مرتبطة بالصخور التي تشكلت في بيئة غير بحرية، مع الاستعانة ـ جنبًا إلى جنب ـ بالكيمياء الجيولوجية وبيانات النظائر المستقرة. وقد تكون هناك أيضا أدلة مباشرة في تربة الحفريات، تأتي في شكل عقد كربونية، أو كريستالات رملية، أو شقوق ناجمة عن الجفاف، أو وجود الجليد.

وقد أدت هذه الأنواع من الأدلة إلى استنتاج ريتلاك أن التربة القديمة الموجودة بين الصخور تأتي من «الفترة الإدياكارانية» Ediacaran era (قبل 635 إلى 542 مليون سنة) في جنوب أستراليا. وقد يعتقد المرء أن التربة التي تأتي من عصر ما قبل الكمبري الأحدث قد لا تكون مثيرة للجدل، حتى بمعايير مجال علم ديناميكي. هذه الصخور تحتوي على أدلة وفيرة للحياة الماكروسكوبية الأولى، التي كان من المفترض على نطاق واسع ـ حتى الآن ـ أن تكون بحرية.

تحتوي حفريات الفترة الإدياكارانية على مجموعة واسعة من هياكل كبيرة واضحة للعيان، لكن يشوب تعريفها الغموض، ويُعتقد عادةً أنها حفريات لكائنات حية. وقد اكتُشفت الصخور الإدياكارانية في جنوب أستراليا في الأصل، ومنذ ذلك الوقت وجدت هذه الحفريات في مناطق نائية وبعيدة، مثل نيوفاوندلاند في كندا، وروسيا ناحية القطب الشمالي، ومنطقة ميدلاند الإنجليزية.

لقد سبّبت الكائنات الإدياكارانية التباسًا.. فعلى الرغم من أن لديها بنية منظمة للغاية، ما زالت طبيعتها غامضة. ولو كانت هذه كائنات حيوانية، فهي لا تشبه بشكل ولو ضئيل ـ أو لا تشبه على الإطلاق ـ أي مخلوقات أخرى حية كانت، أو من الحفريات. وقد أدى ذلك إلى اقتراحات اعتبرت هذه الكائنات إمّا أوليات عملاقة، أو فطريات، أو طحالب، أو أشنات، أو صنفًا من الكائنات المختلفة تمامًا عن أي شيء آخر معروف، أو صنفًا منقرضًا كليًّا.

لعل النقطة الوحيدة المتفَق عليها هي أن الكائنات الإدياكارانية، أيًّا كانت الأماكن الأخرى التي وُجدت بها، قد تركزت في قيعان البحار الرملية الضحلة المضاءة بنور الشمس. وهذه هي النقطة التي يختلف ريتلاك مع الجميع عليها، لأن بعضًا من عيناته للتربة القديمة الإدياكارانية مرتبطة بالحفريات الإدياكارانية. وهذا يعني أن بعض الكائنات الإدياكارانية على الأقل عاشت على الأرض ربما كالأشنات، أو المستعمرات الجرثومية التي تشكل قشور التربة. وبذلك.. لم تعد تُعتبَر الكائنات الإدياكارانية كائنات نادرة (وليست ـ على الإطلاق ـ أسطورية)، بل هي المخلوقات الأولى التي سكنت الأرض، ليس فقط في بِرَك المياه العذبة، بل أيضًا في تربة الصحراء الجافة والباردة. وهذا طرحٌ بعيد للغاية عن الفكرة الرئيسة المفترضة لتلك الكائنات التي دُوِّنت في ملايين الكتب الترفيهية.

«إن قصة تطور الحياة من الماء إلى الأرض ليست بالضرورة تلك الحكاية الوحيدة البسيطة التي تُذكَر على الدوام»

نشرت هذه الاستنتاجات في ورقة على موقع مجلة «نيتشر» (G. J.Retallack, *Nature*, (http://dx.doi.org/10.1038/nature11777; 2012

وقد تسببت هذه الاستنتاجات في جدل شديد في المجتمع العلمي للحفريات النباتية، لدرجة أننا كلفنا أحد منتديات (أخبار وآراء) ببث هذا الخلاف.

S. Xiao & L. P. Knauth *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature 11765;) (2012

إن المزيد من العمل ـ المصحوب بالعِلْم ـ سيكون السبيل الوحيد للتحقق من صحة هذا العمل الشاق والمثير، ولكن الدرس من الماضي واضح تمامًا. إن ما ذكرته جين جراي عن وجود حياة برية في فترة الأوردوفيكي الأخيرة نسبيًّا (قبل 485 إلى 443 مليون سنة) ـ الذي كان يُنظر إليه كأمر ساذج ـ أصبح الآن من المسَلَّمات. وليس هناك شيء غير تقليدي من حيث افتراض أن صورةً ما للحياة ـ على تواضعها ـ وُجدت على سطح الأرض منذ وقت مبكر جدًّا: فقصة تطور الحياة من الماء إلى الأرض ليست بالضرورة هي تلك الحكاية الوحيدة البسيطة التي تُذكر على الدوام، حيث إن سجل الحفريات عادةً ما يكون مفاجِئًا.. إذ عندما يعتقد الجميع أنه قد تم معرفة القصة بشكل كامل، يبرز فيها شيء ما جديد؛ يدفع بالحكاية في اتجاه مذهل وغير متوقع. ■

حروب المياه

الإجراءات الوقائية لحماية البيئة يجب ألا تنتظر لحين فناء قطاع سكاني بالكامل.

«حيثما وُجدت مخاطر حقيقية تتهدد البيئة، ينبغي على الحكومات المبادرة باتخاذ كافة الإجراءات الاحترازية معتدلة التكلفة، لأن الدليل العلمي في هذه الحالات عادة ما يكون غير قاطع».. هذا ما تؤكده مبادئ الوقاية التي تحفل وتحتفي بها المعاهدات الدولية، بما في ذلك الإعلان الذي تم توقيعه في عام 1992 أثناء انعقاد قمة الأرض بمدينة ريو دي جانيرو البرازيلية.

يعتقد عديد من العلماء أن هذا المبدأ كان ينبغي تفعيله منذ أمد طويل، للحد من الأضرار التي لحقت بالحياة البرية المائية، جرّاء الهرمون الاصطناعي «إيثينايل استراديول EE2» ـ أحد مكونات حبوب منع الحمل ـ الذي يمر عبر محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومن خلال الجداول والبحيرات.

في عام 2004، على سبيل المثال، أعلنت وكالة البيئة البريطانية أن هذا الهرمون قد أدى إلى تأنيث ذكور السمك؛ الأمر الذي سيؤدي ـ على الأرجح ـ إلى القضاء على السمك الذي يستوطن المنطقة. وقد خلصت الوكالة لاحقًا إلى أن هذه الأضرار لا يمكن التغاضي عنها على المدى البعيد.

على مدى السنوات الثماني التالية لهذا الإعلان تتابعت الأدلة العلمية على الآثار الضارة لهذا الهرمون، إلا أن اللجنة الأوروبية لم تتحرك باتجاه طرح مقترحات لاتخاذ خطوات جادة لعلاج هذه المشكلة إلى الآن. وقد تمثل هذا الاقتراح في فرض حدود قصوى على نسبة تركيز الهرمون في البيئة. وبرغم أن هذا التشريع يُعدّ سابقة عالمية، إلا أن آفاقه المستقبلية تبدو غير واضحة، بسبب الجدل المثار حول التكلفة التي يتطلبها منع تسرب الهرمون إلى البيئة المائية، والجهة التي يتوجب عليها تحمل هذه التكلفة.

إذا كان من حق الحكومات وأعضاء البرلمان الأوروبي التفكير والتباحث بشأن التكلفة التي يتطلبها تطبيق هذا التشريع، إلا أن بعض الحكومات والمجموعات الصناعية لا تدخر جهدًا في وأد هذه النقاشات في مهدها.

لقد ذكرت حكومة المملكة المتحدة ـ على سبيل المثال ـ أن التكلفة التي ستتحملها إنجلترا وويلز لإجراء التعديلات اللازمة على محطات معالجة مياه الصرف الصحي سوف تتراوح بين 26 مليار جنيه استرليني (ما يعادل 41 مليار دولار أمريكي)، و30 مليار جنيه استرليني على مدى عشر سنوات. ويبدو الرقم مهولًا، مما يجعل إمكانية تطبيق هذا التشريع ضربًا من المستحيل.

ووصفت بعض الحكومات الأخرى والمجموعات الصناعية القوانينَ المقترحة بأنها نظرية، وغير قابلة للتطبيق، بسبب تكلفتها المرتفعة. وقد أعرب عدد من العلماء ـ في لقاء خاص مع مجلة «نيتشر» ـ عن تشككهم في أن الهدف الحقيقي وراء هذه الأرقام هو الوصول إلى أعلى تكلفة ممكنة؛ من أجل إظهار القوانين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخاصة بهذا الأمر بأنها غير قابلة للتطبيق ماديًّا.

وقد بيَّنتْ التحقيقات التي أجرتها مجلة «نيتشر بهذا الشأن أن التقديرات التي أعلنت عنها حكومة المملكة المتحدة قد تجاهلت فرصًا حقيقية لخفض هذه التكلفة بنسب كبيرة. وهناك سؤال مهم يفرض نفسه هنا، وهو: هل بلغت التكلفة هذه الأرقام عندما التزمت صناعة المياه بالمملكة المتحدة بإنفاق 22 مليار جنيه استرليني في الفترة ما بين عامي 2010 و2015، لتحسين البنية التحتية ونوعية المياه بإنجلترا وويلز؟ وفي هذا السياق أيضًا تنبغي الإشارة إلى أن الإجراءات ذاتها ـ التي من شأنها الحد من هرمون «إيثينايل استراديول» بمياه الصرف الصحي ـ سوف تحدّ أيضًا من بعض المخلفات الدوائية الضارة الأخرى من شاكلة المضادات الحيوية، وعقار الديكلوفيناك الذي أكدت اللجنة الأوروبية على ضرورة وضع حدود صارمة للقضاء عليه.

بالإضافة إلى ما سبق.. فإن المناقشات قد وضعت جُلّ تركيزها على معالجة مياه الصرف الصحي، دون الاعتبار اللائق بما يمكن أن تقوم به الصناعات الدوائية والزراعية؛ لحجب عقاقيرها بعيدًا عن البيئة المائية. وهنا تبرز مسؤولية كل من الأطباء والمرضى في التأكد من أن عمليات توصيف العلاج من جانب، والتخلص من بقايا حبوب منع الحمل من الجانب الآخر قد تمت على النحو اللائق. ويمكن القول إن أحدًا لا يمكنه أن يقترح منع المرضى من تناول العقاقير التي يحتاجون إليها، برغم أن بعض أطراف النزاع قد أكدت أن ذلك ما تقتضيه هذه القيود.

لقد حان الوقت لتنحية خطط الترويع جانبًا، ولفتح باب المناقشة على مصراعيه أمام الحلول اللازمة للمشكلات التي من شأنها تدمير البيئة. ولعل القيود التي قررتها اللجنة الأوروبية على مستويات هرمون «إيثينايل استراديول» بالجداول والبحيرات تمثل خطوة أولى وحاسمة في هذا الاتجاه.

أما عن المعوقات التي يواجهها قانون هرمون «إيثينايل استراديول»، برغم كل الدلائل على خطره الداهم، فإن ذلك يعكس مشكلة أعمق بشأن تقدير المخاطر التي تواجهها البيئة؛ إذ قد تلجأ الحكومات إلى مبدأ الوقاية، لكنها عادةً ما تطالب بدليل دامغ على الخطر الذي يتهدد السكان بوجه عام ـ وليس مجرد الأفراد ـ قبل إقدامها على اتخاذ أي إجراءات. أما بخصوص هرمون «إيثينايل استراديول»، فإن المجموعات الصناعية تقر بالأضرار التي قد تلحق بالسَّمك، لكنها تؤكد على عدم وجود دليل على كارثة تحيق بأعداد ضخمة من سَمَك المياه العذبة بأوروبا.

ومع ذلك.. فإن العلاقة الواضحة بين مادة كيميائية بعينها من المواد الموجودة بالبيئة من جانب، وبين الضرر الذي يلحق بسكان الحياة البرية بهذه البيئة من جانب آخر، لم تظهر إلا في حالات قليلة.

إن الدليل الذي لا يقبل الشك لا يتأتى عادة إلا بعد حدوث أضرار بالغة، وذلك ما حدث في حالة «النسر الأصلع *Haliaeetus Leucocephalus*» بأمريكا الشمالية في الستينات من القرن الماضي، عندما تراجعت أعداده بشكل ملحوظ، لأن بقايا مركبات الكلور العضوية ـ مثل الـ(دي دي تي) DDT «ثنائي كلورو ثنائي فينايل ثلاثي كلورو الإيثان» ـ قد تسببت في ترقيق قشر البيض الخاص بهذا النوع، لكن ما زالت الفرصة سانحة أمام الحكومات وأعضاء البرلمان، لمنع وقوع كارثة مشابهة، شريطة أن يتعاملوا مع الأدلة المتوافرة قبل فوات الأوان. ■

إرجاء عدم التصديق

جدل قائم حول احتمال تأثير السلوك العلمي المعيب على الانتخابات العامة في رومانيا.

يُعدّ الكاتب المسرحي يوجين يونيسكو واحدًا من الشخصيات الثقافية الشهيرة في رومانيا؛ حيث شارك في تأسيس الحركة المعروفة في القرن العشرين باسم "مسرح العبث". ولو كان حيًّا اليوم، فلربما كتب مسرحية عبثية عن بلده الأصلي، مع جَعْل العلم يأخذ دورًا مساندًا قويًّا في هذه المسرحية.

إن رومانيا ما زالت إحدى نتائج المشكلات في الاتحاد الأوروبي، حيث كدست الدين المنهك في العقد الماضي، وانحرفت في الأشهر الأخيرة عن المبادئ الديمقراطية بطريقة مقلقة. ومع ذلك.. وقبل انضمامها إلى الاتحاد الأوروبي في عام 2007، بدأت الدولة إعداد إطار عمل لقاعدة علمية مهمة؛ وهو شيء اعتبره قادتها مهمًّا من أجل إصلاح الأضرار الناتجة عن 40 عامًا من الديكتاتورية الشيوعية.

لقد ترك أفضل العلماء في البلاد موطنهم؛ وأصبحت هناك حاجة إلى نظام جدارة ـ يتم تمويله بشكل مناسب ـ لحثهم على العودة.

إن الحكومة الحالية ـ التي ينتمي إليها الاجتماعي الديمقراطي فيكتور بونتا ـ لم تتخطّ عامًا واحدًا، ولكنها أضرت بعديد من الخطوات الإيجابية التي تم اتخاذها. وفي حالة فوز تحالفه «الاتحاد الاجتماعي الليبرالي» USL بالأغلبية المطلقة التي يتوقعها البعض في الانتخابات العامة المزمع إجراؤها في 9 ديسمبر، فمن المحتمل تفكيك المزيد من المؤسسات القائمة؛ للتأكيد على الجدارة في التعيين والتمويل الأكاديمي، ومن المحتمل إزالة باقي العقبات أمام مكافحة الفساد الأكاديمي.

إن إزالة هذه العقبات شيء مهمة للغاية، وليست أقل أهمية من معالجة أضرار حكومة بونتا. ففي الأسبوع الماضي، ألقى الموقع الإلكتروني «إنتجرو» .Integru org - المهتم بالرقابة الأكاديمية - الضوءَ على حالتين من السرقة العلمية المزعومة، وعلى حالة أخرى من التلاعب المزعوم بالبيانات، تورطت فيهم وزيرة البحث العلمي «إيكاتيرينا أندرونيسكو»، ثم حالة أخرى لكيميائي في «جامعة بوخارست للتقنيات المتعددة»، وقد أنكرتهم الوزيرة. ووفقًا لقواعد عمل الموقع، تم التأكيد على صحة كل ادعاء بواسطة عديد من الخبراء العلميين المستقلين من دول في أوروبا وأمريكا الشمالية.

«هل يمكن لقضية النزاهة العلمية التأثير على انتخابات عامة؟»

وخلافًا لما يبدو عليه ذلك الأمر، ومع أخذ قِصَر فترة منصب بونتا في الاعتبار، كان ترتيب أندرونيسكو الثالثة في تعيينات بونتا لمنصب وزير البحث؛ والثالثة أيضا في اتهامها بسوء التصرف. وقد تم سحب كورينا دوميتريسكو قبل التصديق من قِبَل البرلمان، حيث تم اتهامها بالسرقة العلمية، والادعاء زيفًا بأنها قد درست في جامعة ستانفورد. عُيِّن إيوان مانج في منصبها يوم 7 مايو، ولكن تم إجباره على الاستقالة بعد أسبوع واحد فقط من كشف «نيتشر» لممارسات سرقة علمية كبيرة في أوراقه الأكاديمية في مجال علم الحواسب (يمكنكم مراجعة «نيتشر»، العدد **485**، صفحة 289 لعام 2012). وبلغ العبث ذروته في شهر يونيو، عندما كشفت «نيتشر» أن بونتا قام بسرقة علمية في رسالته للدكتوراة في عام 2003 (يمكنكم مراجعة «نيتشر»، العدد **486**، صفحة 305 لعام 2012).

وقد رفض التُّهَم الموجهة إليه، مدعيًا أنها ذات دوافع سياسية. وتخلص بونتا فورا من اللجان المسؤولة عن دراسة الادعاءات، واستبدلها بمناصرين له، وأصرَّ على أن اللجنة أخطأت في إدانته. وفي مناظرة انتخابية تلفزيونية عُقدت في يوم 2 ديسمبر 2012، واشتملت بشكل أساسي على دليل موقع «إنتجرو» ضدها، ردت أندرونيسكو ردًّا عاطفيًّا بتكرار شعارها الانتخابي غير الواقعي «العدالة دائمًا»، وحاول بيان صحفي من وزارتها رفض سلطة هذا الموقع.

في 30 نوفمبر 2012، أعلنت أندرونيسكو قرارها بعدم سحب الدكتوراة الخاصة ببونتا، وذلك على الرغم من أن تقريرًا من جامعة بوخارست - التي يُفترض أنها منحته تلك الدكتوراة - قد أكد السرقة العلمية. ورغم ذلك.. فإنها تدعي – بشكل عبثي – أن التأكيد على هذه السرقة ليس من سلطتها التشريعية. كما أخفقت أيضًا في الاعتراف بمسؤولية السرقة العلمية وغيرها من سوء التصرف العلمي المزعوم ارتكابه بواسطة شخصيات مهمة في جامعات أخرى. وأعلنت أيضًا نيتها لإزالة القواعد التي تتطلب إرسال استمارات المِنَح إلى مراجعين خارج رومانيا؛ مُدَّعِيَةً أن هذه العملية تكلف الكثير للغاية.

بالنسبة إلى مَنْ يسعى لفهم مستوى الفشل الذي وصل إليه النظام العلمي في رومانيا، عليه أن يفعل ما يفعله في المسرح.. وهو إرجاء عدم التصديق، لكن عليه أيضًا التفكر في تحديات تأسيس دولة ديمقراطية قوية على بقايا دولة ديكتاتورية فاسدة. وفي شهر يوليو 2012، حاول بونتا التشكيك في الرئيس ترايان باسيسكو ـ وهو ديمقراطي ليبرالي ـ مما استدعى توبيخًا رسميًّا من الاتحاد الأوروبي، كتصرف غير ديمقراطي.

يعد ثاني أكبر منافس في الانتخابات هو التحالف الذي يرأسه «الليبراليون الديمقراطيون»، كما يُعدّ الليبراليون الديمقراطيون المسؤولين عن جلب القوانين والهياكل النموذجية للعلم، التي يفككها بونتا الآن. وكان تحالفهم الحاكم مسؤولاً أيضًا عن تطبيق برنامج تقشف قام – ضمن ما قام به – بتخفيض أجور القطاع العام بنسبة 25 % في عام 2010. وقد انهار التحالف في فبراير 2012، ولا يزال يسعى حتى الآن لاستعادة عافيته، لكن بسبب الحرب المشهَّرة على الفساد الأكاديمي في الحكومة، قد يؤدي ذلك إلى منع «الاتحاد الاجتماعي الليبرالي» من الفوز بأغلبية مطلقة.. فهل يمكن لقضية النزاهة العلمية التأثير على انتخابات عامة؟ إنّ ذلك قد يكون مثيرًا للدهشة، ولكنه ليس أمرًا عبثيًّا بالتأكيد. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



ما مدى قدرة بلدك على التكيُّف مع المخاطر البيئية؟

"إن الأحداث المناخية بالغة القسوة في ازدياد واضح. ولذلك.. يجب على الحكومات تطبيق استراتيجيات وطنية متكاملة لإدارة المخاطر" **إروان ميشيل - كِرْجان**

بينما تواصل الولايات المتحدة إزالة مخلفات الإعصار العظيم «ساندي»، نلاحظ مجددًا مدى عُرْضتنا للأحداث المناخية شديدة القسوة، فقد كان الدمار كبيرًا، حيث تشير الإحصاءات إلى خسائر اقتصادية بلغت 50 مليار دولار، وإلى إجلاء سكاني واسع النطاق، وإغلاق آلاف الشركات والمؤسسات والهيئات أبوابها وقتيًّا، وبقاء ملايين الأميركيين من دون تيار كهربائي لأيام عديدة، لكن طريقة استخدام العلوم لدعم صناعة القرار أحاطت الكارثة ببصيص من الأمل.

ورغم ذلك.. ينبغي بذل جهد أكبر بكثير؛ لجَعْل تعامُل الدول إزاء الأحداث المناخية شديدة القسوة أكثر مرونة، من خلال تطوير استراتيجيات وطنية متكاملة لإدارة المخاطر.

لقد اختلف تعامل الولايات المتحدة مع إعصار «ساندي» بشكل كبير عنه مع إعصار «كاترينا». ففي 2005، فوجئ العالم بعدم قدرة البلاد على استشراف انهيار محتمل لنظام السدود في نيو أورليانز، والإبلاغ عنه بفاعلية، وبعدم قدرة الحكومة على تلبية المتطلبات الرئيسة للمتضررين.

وقد تسبب إعصار «كاترينا» في مقتل 1300 شخص في الولايات المتحدة ـ كان يمكن لكثير منهم تجنُّبه ـ أما إعصار «ساندي»، فكان عدد ضحاياه أقل بكثير. والمقارنات بين الإعصارين ليست بالغة الدقة، لكن من الواضح أن الاستخدام الممنهج للدليل العلمي من قبل الحكومة والإعلام قاد إلى إدارة أكثر فاعلية للأزمة. وقد ساعدت المعلومات عن المسار المحتمل لإعصار «ساندي» والظروف المرافقة حال بلوغه اليابسة كثيرًا، وذلك بناء على توقعات محلية ودولية لسرعة الرياح واندفاع العاصفة.

بعد مرور أيام على إعصار «ساندي»، سافرتُ من نيويورك إلى مكسيكو سيتي؛ للمشاركة في الجولة الأخيرة من اجتماعات مجموعة العشرين، التي ضمت وزراء مال ومديري مصارف مركزية في عشرين قوة اقتصادية رئيسة. وقد أقرَّت المجموعة رسميًّا هذا العام اعتبار تمويل مخاطر الكوارث وإدارتها على قائمة الأولويات.

يرسل هذا إشارة مهمة إلى المجتمع الدولي، لأن إعصار «ساندي» لم يكن نموذجًا استثنائيًّا، بل قد يكون هذا هو المعيار الجديد في ظل استمرار التطوير المتواصل في المناطق الأكثر عرضة للكوارث الحادة التي تنتج أضرارًا متزايدة باستمرار.

لقد ارتفعت الخسائر الاقتصادية الناجمة عن الكوارث الطبيعية حول العالم من مليار دولار في الفترة من 1981-1990 إلى 1,213 مليار دولار خلال الفترة 2001-2010، وبلغت في عام 2011 وحده 380 مليار دولار، غالبًا بسبب الهزات الأرضية، وتسونامي، والحادث النووي في اليابان. وخلال العام الماضي، خلّفت الهزات الأرضية خسائر جمّة في هايتي، وشيلي، ونيوزيلاندا، وغمرت فيضانات واسعة أستراليا والصين وباكستان وتايلاند. وخلال العقد الماضي خلفت سلسلة أعاصير خسائر اقتصادية بمئات مليارات الدولارات في الأمريكتين.

انطلاقًا من ذلك.. ينبغي على الحكومات أن تستطيع الإجابة بشكل شامل وكُلِّي على خمس أسئلة، تشكل ركيزة الإدارة الوطنية للمخاطر: ما هي المخاطر التي نواجهها وأين؟ وما هي الممتلكات المعرَّضة للخطر، والسكان المعرَّضون للمخاطر، وإلى أي درجة؟ وما هي الأعباء المالية التي تلقيها هذه المخاطر على الأفراد والأعمال وموازنة الحكومة؟ وما هي الطريقة المثلى للاستثمار؛ لتقليص المخاطر، وتعزيز المرونة الاقتصادية والاجتماعية؟ هناك حكومات كثيرة لا تعرف الإجابة عن هذه الأسئلة.

في إحصائية أجرتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية عام 2011، لم يستطع أكثر من نصف الحكومات المستطلعة تقييم المبالغ الإجمالية للخسائر المؤمّن عليها من الكوارث «ويتطلب هذا مجرد جمع المعلومات من شركات التأمين»، حيث لا يملك معظمها معلومات منظمة ومتوفرة حول إجمالي الخسائر؛ لتقييم مدى التعرض للكوارث.

يتطلب الاستعداد لمواجهة الكوارث إجراءات عديدة، بدءًا من وضع أجهزة للإنذار المبكر، وضرورة التخطيط العمراني وتخطيط المناطق على أعلى المستويات مع وجود نظرة مستقبلية، وصولاً إلى التكيّف والحماية المالية، وعمل تقديرات مفصلة لأقسام المجتمع كافة، بما فيها الكشف المالي للحكومة نفسها، إلا أنه حتى الولايات المتحدة الأمريكية لا تملك قاعدة معلومات وطنية متوفرة حول المساكن والمباني في المناطق المعرَّضة للفيضانات.

هذا الأمر محبِط لا شك، إذا أخذنا في الاعتبار التحسينات الهائلة في قدرتنا على إجراء تقييم تقديري واسع النطاق لمخاطر الكوارث؛ من أجل قياس المخاطر، وتقييم مدى عُرضة المباني والبنية التحتية وسبل العيش للكوارث، واحتساب الخسائر المتوقعة.

لم يكن إعصـار "سـانـدي" **استثناءً،** بل قد يكون هو **القاعـدة الجـديـدة**

لا تزال التقديرات غير مثالية، لكنها في تحسن مستمر، ويستخدمها قطاع التأمين لإدارة تريليونات اليورو من التغطيات حول العالم. وإذا ما أُجريت على صعيد وطني، فستتمكن من وضع أسس استراتيجية وطنية لإدارة المخاطر، مرتكزةً على العلوم، لن تكون متدنية الكلفة، لكنها ستكون استثمارًا حكيمًا.

يتطلب إجراء ذلك ومواجهة جميع الأحداث المناخية شديدة القسوة ـ التي ربما يواجهها بلد ما، ومن أجل التخفيف من حدتها، وتمويلها، والتغلب على العوائق السلوكية ـ عملاً استثنائيًّا، وتنسيقاً كبيرًا بين كل من العلماء والوزارات الحكومية. وأقترحُ أن تعيِّن الحكومات مسؤولين وزاريين عن المخاطر الوطنية، على غرار مسؤولي إدارة المخاطر لدى مؤسسات القطاع الخاص.

في عام 2008، جمع البنك الدولي والوكالة السويسرية للتنمية والتعاون، مجموعة صغيرة من الخبراء لهذه الغاية في المغرب. كنتُ مشاركًا منذ البداية.. ومع انتهاء المرحلة التقييمية المبدئية، ندعم اليوم المغرب في تطوير استراتيجية وطنية متكاملة؛ لتخفيف تأثيرات الفيضانات والهزّات الأرضية، والأعاصير، والجفاف، وتقلب أسعار السلع، والمخاطر الزراعية، أتمنى أن يشكل المغرب نموذجًا جيدًا لما يمكن فعله. وبالنسبة إلينا، كعلماء ومهندسين وخبراء ماليين، فإن إدراك أن عملنا سيسهم مباشرة في إنقاذ حياة الناس ومساعدة الملايين من العائلات على التعافي من الكوارث؛ لهو شيء رائع للغاية.

يريد عدد متزايد من قادة الدول أن يجعلوا أولوية في جداول أعمالهم ومخططاتهم لأهمية التكيُّف مع الأخطار المناخية والاستعداد لها، لكنهم غير واثقين من الخطوة الأولى التي يجب عليهم أن يتخذوها، إذ تتطلب الممارسة الجيدة مزيجًا من المعرفة الكميّة، والقيادة العليا الرشيدة.. فهلّا بدأنا؟ ■

إروان ميشيل ـ كرجان، من كلية وارتن في جامعة بنسلفانيا، وهو المدير الإداري لـ«مركز وارتُن للمخاطر»، ويدير مجلس «التعاون الاقتصادي والتنمية OECD» للإدارة المالية للكوارث، ومقره فرنسا.
البريد الإلكتروني: erwannmk@wharton.upenn.edu

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/wazstu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



S. KUMAR/KIIT UNIV.

الانقراض ليس أمرًا منتهيًا

«يمكن لعِلم التكنولوجيا الحيوية أن يساعد كثيرًا في إنقاذ المخلوقات المعرضة لخطر الانقراض، وإعادة الحياة للمنقرض منها. وعلى العاملين في مجال المحافظة على الحيوانات من الانقراض ألا يترددوا في اللجوء إلى استخدام هذا العلم» **سوبرات كومار**

تعدّ الثدييات الكاريزمية، كالفهود والنمور، من الحيوانات المهمة بالنسبة إلى السياحة في المناطق البرية. ومع ذلك فإن هذه الحيوانات وأنواعًا أخرى معرضة للخطر، أو ربما لما هو أسوأ. لقد انقرضت الفهود بالفعل هنا، كما وصل عدد النمور التي تعيش في هذه البلاد إلى 1706 نمور فقط، وفقًا للتعداد الذي أُجري لها في العام الماضي، بعد أن كان عددها 40.000 في بداية القرن العشرين. إن الأزمة التي تمر بها النمور هنا حاليًا تُعدّ أكثر حِدّة مما كانت عليه في شهر يوليو 2012. وقد اتخذت الهند خطوة جديدة لمنع السياحة في المناطق الرئيسة التي بها محميات النمور. ولم يتم رفع هذا الحظر ـ الذي طال 41 حديقة للنمور؛ وأثار احتجاجًا في صفوف العاملين في مجال السياحة، والمحافظين على الحيوانات على حد سواء ـ إلا في شهر أكتوبر 2012 حينما أعلنت الحكومة ضوابط خاصة لزائري النمور.

وقد أدّت الضغوط المتواصلة إلى تناقص متسارع في أعداد النمور، ويمثل الصيّادون خطرًا أكبر، كما تفتقر الهند إلى التمويل اللازم، والأيدي العاملة، والبنية التحتية التي يتطلبها وقف قتل هذه الحيوانات الرائعة. ولذلك لابد من تسريع الجهود الرامية إلى المحافظة على أعدادها، لكن الأمر استغرق الكثير من الوقت حتى بدأنا نحن ـ كمجتمع حديث ـ في التعامل مع مشكلة المحافظة على الحيوانات من الانقراض باستخدام متزايد للوسائل المتطورة التي أتاحتها لنا التطورات العلمية الهائلة خلال السنوات القليلة الماضية.

يبذل الناس الآن جهودًا حثيثة في حدائق الحيوان في مختلف أنحاء العالم؛ من أجل إكثار الحيوانات الموجودة في الأقفاص، والمعرضة لخطر الانقراض، لكن لا تزال تنقصنا الاستراتيجيات التي يمكن الاعتماد عليها من أجل عملية إعادة الإنتاج. وقد كانت عملية الإكثار القسري لهذه الحيوانات داخل القفص ناجحة في بعض الحالات، لكنها ـ مع ذلك ـ تظل صعبة التنفيذ مع الطيور المهاجرة، والسمك كذلك، إلى جانب عدد كبير من الكائنات الكبيرة، كالحيتان والدلافين. وحتى عندما يكون النجاح حليفًا لهذه الجهود، فغالبًا ما تكون هناك مشكلات، مثل الفشل الذريع في عملية الإكثار، نتيجة للأعداد المحدودة لبعض الحيوانات، وفقدان المناعة ضد الأمراض في الحيوانات المستولَدة عن هذا الطريق، وبعض التغيرات السلوكية الملحوظة على هذه الحيوانات (التي من شأنها الحدّ من قابليات الصيد لدى هذه الحيوانات عند إطلاقها)، وفقدان البيئة خلال الفترة التي يتم فيها احتجاز هذه الحيوانات لهذا الغرض.

بوجود هذه الحاجة الملِحّة، يبدو أن من الحكمة اللجوء إلى طرق أخرى؛ لذا فنحن نجرِّب حاليًا تقنية التوليد الجيني المعدَّل لبعض الكائنات لأغراض البحث العلمي، أو لغرض استخدامها كمعامل للإنتاج البيولوجي. إن هذه التطورات في علم الأحياء الجزيئي يمكن، بل ويجب، استخدامها لاستعادة بعض الكائنات من موادها الجينية المُخزّنة، أو بإضافة تنوع جيني على الكائنات المتبقية. وعلينا أن نقوم بجَمْع ما نستطيع من عينات الحمض النووي من الكائنات المهددة بالانقراض؛ حتى نتمكن من إعادة إنتاج هذه الحيوانات، إذا ما عمد البشر إلى تقليل وجودها على سطح الأرض.

هذا.. ويُعدّ الاستنساخ ونقل نواة الخلايا ما بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية احتمالين واردين في هذا الصدد، إلى جانب احتمالات أخرى. فقد بدأ العلماء في ولاية كاليفورنيا في إنتاج بعض الخلايا الجذعية المشابهة لتلك الموجودة في الأجنة الأولية، وذلك باستخدام الخلايا المجمدة التي تم جمعها بعناية من حيوانات وحيد القرن، والقرود. وقام الباحثون في أستراليا بشيء مماثل بالنسبة للفهد الثلجي. وكان الهدف هو تحويل الخلايا الجذعية لهذه الحيوانات المهدَّدة بالانقراض إلى خلايا جرثومية، يمكنها أن تعمل على تنويع المجموعات الجينية للحيوانات المتناقصة في العدد. وللتأكد من نجاح هذه العملية، هناك بعض الفجوات التقنية تحُول دون التوسع في استخدام هذه الطريقة، لكن توجد إمكانية لسد هذه الثغرات.

إن جميع هذه الجهود تتطلب الحصول على مادة جينية من الحيوانات المنقرضة أو المهددة بخطر الانقراض. وقد وُجدت «حديقة الحيوان المجمدة» في سان دييجو بولاية كاليفورنيا منذ عام 1976، وهي اليوم تحتفظ بحوالي 8.400 عينة لأكثر من 800 كائن حي وسلالة، بما في ذلك الحمض النووي والحيوانات المنوية والبيض، بالإضافة إلى الأجنة، وجميعها محفوظة في مادة النيتروجين السائل. وقد بدأ أحد المختبرات الحكومية في مدينة حيدر آباد الهندية بإنشاء بنك لعينات من الدم للحيوانات المهددة بالانقراض في البلد، ولكن لا يزال عدد تلك المرافق حول العالم محدودًا، ولا يصل حتى إلى 12 مرفقًا. إننا بحاجة إلى إنشاء المزيد من حدائق الحيوان المجمدة حول العالم. فهل يمكن استخدام التكنولوجيا؛ لإعادة الحياة للكائنات المنقرضة التي قمنا سلفًا بجمع العينات البيولوجية الخاصة بها؟ ولم لا؟ آمل أن تدرك إحدى الحكومات التي تشعر بالمسؤولية بالفائدة المتوخاة فيما لو نجحنا في عملية إعادة الحياة، سواء على صعيد السياحة، أم على صعيد العِلم. وإنْ كانت هذه الكائنات ذات خصائص غير عادية، فإن بمقدور العلماء أن يقوموا بدراسة سلوك هذه الكائنات وقدراتها. وبوسعنا أن نقوم بجمع المعلومات عن أصل الحيوان والأنماط التطورية الخاصة به، إلى جانب التعرف على المركبات البيولوجية النشطة لديه، مما قد يفيدنا في معالجة الأمراض التي يُصاب بها الإنسان. إن إعادة الحياة لهذه الكائنات هي عملية لها ما يبررها من الأسس العلمية، لكننا بحاجة إلى أن نستند إلى دعم سياسي قوي، والتزام طويل الأمد؛ لجعل هذا الأمر ممكن الحدوث.

> إنه الوقت الأنسب لاستخدام **وسائل متطورة** للحفاظ على المنظومات الإيكولوجية والتنوع الحيوي.

هذا.. ويخشى الناشطون في مجال المحافظة على الحياة البرية من أنّ استعادة وجود الكائنات المفقودة قد يتسبب في بعض الاضطرابات الإيكولوجية، إذ من الممكن أن يعود إلى الوجود أحد الكائنات التي انقرضت، ليزيل كائنات أخرى تحيا الآن. ومع ذلك.. فبوسعنا أن نعمل على هندسة الكائنات التي نعيدها إلى الوجود وراثيًّا، بحيث يمكننا التخلص منها بسهولة فيما بعد، لو تسببت لنا في أي مشكلة من هذا النوع. كما أن الخطر الذي يمكن أن ينجم عن كائن كان موجودًا على قيد الحياة من قبل لا يمكن أن يكون أكبر من المخاطر التي نواجهها من الكائنات الغازية بأعدادها الهائلة، التي جلبها الإنسان عن طريق التنقل والتجارة. إن هذه المخاطر ـ من وجهة نظري ـ هي أمر يمكن الرد عليه بالمقارنة مع الفوائد المرجوة من استعادة الكائنات المفقودة.

لطالما كان المسافرون عبر الريف الهندي بسيارات السفاري يتطلعون إلى رؤية الأسود الآسيوية، والنمور البنغالية، والفهود الآسيوية، والنمور الصينية الجنوبية، هذه الحيوانات التي انقرضت، أو في طريقها إلى الانقراض. إن التكنولوجيا الحيوية ليس بوسعها أن تواجه مشكلتي الصيد الجائر وفقدان البيئة، وهما العاملان اللذان يتسببان في إخراج هذه الحيوانات من بيئتنا، ولكنها يمكن أن تكون الضمان لحمايتها في المستقبل. ■

سوبرات كومار: أستاذ مساعد في كلية التكنولوجيا الحيوية في جامعة KIIT «معهد كالينجا لتكنولوجيا التصنيع سابقًا» في مقاطعة بوبانشوار، الهند.
البريد الإلكتروني: subrat_kumar@yahoo.com

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/8e9ad1

الهندسة الحيوية

جيل الحقن يتذكر ويستعيد شكله

هلام البوليمر متعدد الجزيئات الشبيه بالأسفنج يمكنه أن (يتذكر) ويستعيد شكله بعد حقنه في فأر، مما يدل على قدرته على إيصال الأدوية والخلايا لإصلاح الأنسجة وتجديدها.

قام فريق بقيادة ديفيد موني بجامعة هارفارد في كامبريدج، ماساتشوستس، بصنع جيل (هلام) مائي ـ هياكل مسامية تمتص الماء ـ من اللدائن، وهي سكر مركب مستخلص من أعشاب البحر. وضع الباحثون مواد هلامية على شكل قلب ونجمة في حقنة وحقنوها تحت جلد الفئران بالمختبر؛ وبعد يومين استعادت المواد شكلها الأصلي.

المواد الهلامية التي تم تحميلها مسبقا مع البروتينات المشجعة للنمو أو الخلايا، وتم حقنها في فأر على نحو مماثل، أطلقت محتوياتها ببطء قبل أن تتحلل. الخلايا المشتقة من الجيل أظهرت مستويات أعلى في البقاء والتطعيم لمدة تصل إلى 15 يوما أكثر من الخلايا التي حقنت بمفردها.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1211516109 (2012)**



BAY ISMOYO/AFP/GETTY

علوم الأرض

تضخم البراكين يسبق انفجارها

يبدو أن الصعود الملحوظ بمراكز البركان يعد علامة موثوقة لثوران وشيك على طول حيد سوندا الغربية في إندونيسيا، إحدى المناطق البركانية الأكثر نشاطا على الأرض.

أجرت إستل تشوسّارد وفوك أميلونج بجامعة ميامي في فلوريدا مسحًا برادار استشعار عن بعد للتضخم البركاني في 76 موقعًا لبراكين نشطة تاريخيا في جُزُرْ «سومطرة»، و«جاوا»، و«بالي» بين عامي 2006 و2009.

من بين ستة براكين أظهرت ارتفاعا ملحوظا خلال هذه الفترة، ثارت ثلاثة ـ سينابونج (في **الصورة**)، وكرينسي، وسلاميت ـ بعد ذلك بفترة وجيزة.

وخلص الباحثون إلى أن التضخم القابل للقياس يمثل تمهيدا متواترا لانفجارات بركانية بالمناطق التي عادة ما تحتوي على خزانات الصهارة (الحمم) في أعماق ضحلة نسبيا، كما هو الحال في إندونيسيا. ويمكن لهذه النتائج أن تحسن التوقعات للنشاط البركاني.

Geophys. Res. Lett. **http://dx.doi.org/10.1029/2012GL053817 (2012)**

تغير المناخ

صدمة انخفاض كربون الأصداف

تُظهر الحلزونات السابحة تلفًا في أصدافها في ظروف المياه التي يرجح أن تصبح أكثر انتشارا بزيادة احترار المناخ.

بحلول عام 2050، ستصبح المئتا متر من السطحية من المحيط الجنوبي على الأرجح أقل تشبعا بنوع من كربونات الكالسيوم يسمى أراجونايت، وهو مكوِّن لأصداف عديدة.

إذا وضعت بنى الأراجونايت في مياه تكون فيها حالة التشبع أقل من المستوى القياسي (1.0)؛ فإنها تذوب تدريجيا.

قام جيرينت تارلينج من مصلحة المسح القطبي البريطانية في كامبريدج بالمملكة المتحدة، وفريقه بتحليل أصداف «ليماسينا هيليسينا أنتاركتيكا» مجنحة الأقدام (في **الصورة**) تم اصطيادها من المئتي متر من السطحية بمنطقة موجات متقلبة من المحيط الجنوبي في عام 2008.



NINA BEDNARŠEK/BERTRAND LÉZÉ

كانت أصدافها أرق وأكثر مسامية من التي تم اصطيادها بأماكن أخرى. وفي المختبر، وبعد ثمانية أيام من الغمر بمياه مشبعة بالأراجونايت بين مستويي 0.94 و1.12، أنتجت مستويات مماثلة من التلف.

يقول الباحثون إن الحيوانات ذات أصداف الأراجونايت لها دور مهم في دورات الغذاء والكربون، وقد تنخفض أعدادها في وقت أقرب من المتوقع بالمحيط الجنوبي.

Nature Geosci. **http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1635 (2012)**

الكيمياء

بخار لحظي من أشعة الشمس

تستطيع جسيمات نانومترية تمتص الطاقة الضوئية بكفاءة وتحولها إلى حرارة، أن تعمل كمولدات مصغرة للبخار في السوائل.

استخدمت ناعومي هلس وبيتر نوردلاندر وزملاؤهما بجامعة رايس في هيوستن، تكساس، العدسات لتركيز أشعة الشمس على جسيمات نانوميترية من سيليكا الكربون أو سيليكا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MAYAKO KUTSUKAKE

الذهب العالقة في الماء.

وفي غضون ثوان قليلة، تولد حول أسطح الجسيمات بخار عند درجة حرارة تفوق 100 درجة مئوية ثم تبدد، في حين ارتفعت درجة حرارة الجزء الأكبر من المياه بشكل تدريجي.

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذه الطريقة بتسخير أشعة الشمس لتوليد البخار عند درجة حرارة عالية لتعقيم النفايات أو الأدوات الجراحية دون الحاجة إلى غلي كمية كبيرة من السوائل.

وهذا التأثير نفسه يمكن له تحسين عملية التقطير: أشعة الشمس التي يتم تركيزها على جسيمات نانومترية في خليط الإيثانول والماء تنتج أبخرة أكثر ثراء بالإيثانول من التقطير الحراري التقليدي.

ACS Nano **http://dx.doi.org/10.1021/nn304948h (2012)**

بَصَريات

تقنية لإنتاج مسبارات بصرية أقل سُمْكًا

يمكن لواحد من الألياف البصرية أن يشكل أساسًا لمناظير أقل سمكا، أو مسبارات تصوير طويلة ذات استخدامات طبية وعسكرية وصناعية.

تتكون المناظير الحالية من حزم ألياف مليّمترية يصل عددها إلى مئة ألف، ينقل كل منها صيغة واحدة من موجات الضوء القادمة مما يجرى تصويره، لأن خلط الصيغ يسبب تشوه الموجات الضوئية.

استخدم وونشيك تشوي بجامعة كوريا في سيول وزملاؤه أحد الألياف بعرض 200 ميكرومتر لنقل صيغ متعددة، عن طريق قياس وهندسة ارتداد التشوه الذي تعانيه كل صيغة. استخدم الباحثون تقنيتهم لرسم خريطة ثلاثية الأبعاد لعينة من أمعاء فأر.

Phys. Rev. Lett. **109, 203901 (2012)**

علم الحيوان

«المن» يستعير شبكة أنابيب النبات

بعض أنواع حشرة «المن» تبني أعشاشًا ملتصقة بالنباتات، وتظل مغلقة لمدة أشهر — فكيف تتجنب هذه الحشرات الغرق في النفايات الخاصة بها؟ يبدو أنها تتخلص من النفايات باستخدام نظم النقل المائع في النبات العائل.

قارن تاكيما فوكاتسو، بالمعهد الدولي للعلوم الصناعية المتقدمة والتكنولوجيا في تسوكوبا، اليابان، وزملاؤه أعشاش تشبه العقيدات، أو العفصات (في **الصورة**)، لستة أنواع من المن من فصيلة «هورمافيديناي»، عن طريق حقن سوائل مختلفة، بعضها يحتوي على صبغات، في العفصات المغلقة. ووجد الفريق أن عديدا من أنواع «المن» بنى أعشاشًا مغلقة بجدران إسفنجية ماصة، تصب في الجهاز الوعائي (أنابيب) للنبات العائل. على نقيض ذلك.. قامت أنواع أخرى ببناء عفصات مفتوحة لها جدران شمعية، غير ماصة.

يقول الباحثون إن أنواع المن طورت استراتيجيات مختلفة لتحقيق التوازن بين نظافة المستعمرة والدفاع ضد الحيوانات المفترسة والطفيليات.

Nature Commun. **3, 1187 (2012)**

التنوع الحيوي

مخلوقات أكثر تحت سطح البحر

يُقَدّرُ الباحثون أن ما بين ثلث إلى ثلثي الأنواع البحرية لم يتم اكتشافها بعد.

وكان وارد أبليتانز من «لجنة (اليونسكو) الدولية لعلوم المحيطات» في أوستند، بلجيكا، قد قاد فريقا مكونا من 270 خبيرًا بالتصنيف الحيوي من جميع أنحاء العالم لبناء «سجل الأنواع البحرية العالمي».. سجل الباحثون ما بين 222 و230 ألف من الكائنات حقيقيات النوى البحرية المعروفة، وهي أنواع مخلوقات ذات خلايا معقدة، وتحتوي على غشاء مقيد للعُضيّات. وعلى أساس المعدلات السابقة للأصناف المكتشفة، تشير نتائج النماذج الإحصائية إلى أن العدد الإجمالي للأنواع حقيقية النواة في محيطات العالم يقع ما بين 320 و760 ألف.

طلب الفريق أيضا من 120 من خبراء التصنيف تقدير عدد الأنواع التي يُرجّح اكتشافها بمجالات تخصصهم. وأسفر هذا التقدير عن إجمالي يتراوح بين 704 إلى 972 نوعًا.

Curr. Biol. **http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.036 (2012)**

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

الخلايا الجذعية

استعادة الإنجاب بعد عقم سببه علاج السرطان

الأكثر قراءة على www.cell.com في نوفمبر

يمكن لقردة المكاك أن تستعيد خصوبتها التي فقدتها نتيجة للعلاج الكيميائي عن طريق زراعة خلايا جذعية من الخصية.

استخرج كايل أورويج من جامعة بِتسبرج بولاية بنسلفانيا وزملاؤه خلايا جذعية قادرة على التطور لحيوانات منوية من قرود المكاك، وأضيفت إليها الفيروسات البطيئة كمؤشر عليها. وبعد إحداث العقم لدى 12 قردًا بالغًا، وخمسة غير بالغين، أعاد الباحثون الخلايا المؤشرة للحيوانات. ظهرت المادة الوراثية المؤشر عليها لاحقًا في الحيوانات المنوية لتسعة من القرود البالغين، وثلاثة من الأحداث بعد نضوجهم.

أجرى الفريق لاحقًا تجربة مماثلة، وهي نقل وزرع الخلايا من الأفراد المانحين إلى قرود مكاك أخرى. من ضمن المتلقين الستة البالغين، أنتج اثنان حيوانات منوية من الخلايا الجذعية المزروعة من المانحين.

كذلك، نجح حيوان منوي لأحد المتلقين (مشتق من خلايا أحد المانحين) في تخصيب البيض لإنتاج أجنة بواسطة الوالد المانح.

Cell Stem Cell **11, 715–726 (2012)**



CARL BUELL/J. VINTHER/BRISTOL UNIV.

علم الإحاثة

طيور لها ريش مختلف

يبدو أن أجنحة الطيور القديمة والديناصورات المكسوة بالريش التي عاشت قبل حوالي 150 مليون سنة أقل شبهًا بالطيور الحديثة، على عكس ما كان يُعتقَد سابقا.

وتمتلك الطيور المعاصرة تصميمًا مشتركًا لأجنحتها، مع طبقة ريش واحدة. لكن نيكولاس لونجريتش وزملاؤه بجامعة ييل في نيوهيفن، بولاية كونّتيكت، حددوا طبقات منفصلة في تحليلاتهم لحفريات أجنحة طائر العصر الجوراسي «أركيوبتركس ليثوجرافيكا» (انظر **الصورة**) وديناصور العصر الطباشيري المكسو بالريش «أنكيورنس هُكسليا».

بيد أن محاور الريش المرهفة التي وجدت في ريش طيور ما قبل التاريخ من شأنها أن تجعل الريش ضعيفاً بالمعايير الحديثة، لكن في صورتها الكثيفة فإنها قد تشكل بُنْيَةً قوية بما يكفي لتوليد الرفع.

مع ذلك، ستقلل هذه الطبقات تدفق الهواء من خلال الجناح، الذي يستخدم من قبل الطيور الحديثة للإقلاع والطيران بسرعة منخفضة، بحسب الباحثين. وبالتالي، كانت طيور ما قبل التاريخ غالبًا تنحدر أو تهبط رأسيا من فوق الأشجار.

Curr. Biol. **http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.052 (2012)**

تطور الإنسان

توقيت جديد لانقراض النياندرثال

لطالما كان احتمال تعايش وتفاعل الإنسان الحديث وإنسان نياندرثال منذ آلاف السنين مثيرا لكثير من الجدل، لكن التحليل الأحفوري يشير إلى أن هؤلاء البشر البدائيين انقرضوا بالفعل في منطقة القوقاز ـ التي يعتقد أن تكون أحد آخر ملاجئهم ـ في وقت نشوء الإنسان الحديث.

لقد أرّخ رون بيناسي ـ من كلية دبلن الجامعية ـ وزملاؤه بالكربون المشع لحفريات نيندرثال التي وجدوها في كهوف في منطقة القوقاز، التي كانت بمثابة ممر لعبور أسلاف الإنسان (البشر) من آسيا إلى أوروبا.

ويرجح الفريق أن نياندرثال تركوا شمال القوقاز قبل نحو 39 ألف سنة، وجنوب القوقاز منذ حوالي 37 ألف سنة، بينما نشأ الإنسان الحديث في مكان آخر قبل حوالي 45 ألف إلى 40 ألف سنة، مما يوحي بأن المجموعتين لم تتعايشا في ذلك الجزء من العالم.

J. Hum. Evol. 63, **770–780 (2012)**



VÍCTOR ARGAEZ/R. SOC.

الإيكولوجيا الحضرية

أعقاب السجائر تطرد حشرات العش

تضع طيور المدن ـ كعصافير الدوري، والحسّون ـ أعقاب السجائر المستهلكة في أعشاشها؛ درءًا لحشرات العثة الطفيلية، على ما يبدو.

وجدت إيزابيل لوبيز-رولّ وزملاؤها ـ بجامعة المكسيك الوطنية المستقلة بالعاصمة مكسيكو سيتي ـ أن أعشاش «العصافير الداجنة» *Passer domesticus* و«طيور البرقش» *Carpodacus mexicanus* (في **الصورة**) ذات المستويات العالية من خلات السليلوز، وهو أحد مكونات أعقاب السجائر، كانت أقل عثة. ووضع الباحثون أليافًا من مُرَشِّحات (فلتر) السجائر المدخنة وغير المدخنة في فخ حراري لجذب الطفيل، ثم قاموا بوضعها في 27 عش عصافير، و28 عش برقش. وكانت النتيجة أن الفخاخ التي تحمل أليافا من المُرَشِّحات المدخَّنة، والتي تحتوي على نيكوتين أكثر من غير المدخَّنة، اصطادت عثة أقل، مما يوحي بأن النيكوتين ـ وربما مركبات أخرى في السجائر ـ طردت الطفيليات.

وكان من المعلوم لمدة طويلة أن الطيور تبطن أعشاشها بنباتات تردع الطفيليات. ويقول الباحثون إن استخدام أعقاب السجائر هو شكل من أشكال "التمدين" لهذه العادة.

Biol. Lett. **http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2012.0931 (2012)**

لقراءة المزيد عن هذا البحث، طالع: go.nature.com/ygjvtn

أنثروبولوجيا

الغجر لهم أصل هندي

11 مليون عضو هو تعداد أكبر أقلية إثنية في القارة الأوروبية، الغجر (في **الصورة**)، وهم ينحدرون من مجموعة سكانية تركت الهند منذ 1500 عام، وتشتتت بمختلف أنحاء أوروبا عن طريق البلقان.

حلّل ديفيد كوماس بجامعة پومپيو فابرا في برشلونة، إسبانيا، ومانفريد كايسر بجامعة إيراسموس في روتردام، هولندا، وزملاؤهما جينومات 152 فردًا من الغجر بجميع أنحاء أوروبا، وقارنوها مع جينومات أخرى من مختلف شعوب العالم، ووجدوا أن من المحتمل أن يكون الغجر الأوروبيون قد نشأوا بشمال وشمال غرب الهند.

ويشير التحليل الوراثي إلى أنه، بعد مغادرة الهند، تزاوج أجداد الغجر مع السكان المحليين في طريقهم إلى منطقة البلقان قبل انتشارهم بجميع أنحاء أوروبا منذ حوالي 900 سنة. ومنذ ذلك الحين، استمر تزاوج الغجر مع السكان المحليين في أوروبا.

Curr. Biol. **http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.10.039 (2012)**



TIM GRAHAM/GETTY

النماذج المناخية

بصمات لرصد المناخ

أحدث النماذج المناخية العالمية أظهرت «بصمة» تتفق تماما مع درجات الحرارة الفعلية المرصودة. ويؤكد التأثير البشري على المناخ من خلال إطلاق غازات الاحتباس الحراري والمواد الكيميائية المستنفدة للأوزون.

قام بن سانتر ـ من «مختبر لورانس ليفرمور الوطني» في ليفرمور، بكاليفورنيا ـ وفريقه بتحليل نماذج محاكاة من 20 نموذجًا للمناخ من قلب التقييم الخامس للجنة الحكومية الدولية للتغيرات المناخية (IPCC)، ومقارنة النتائج بسجلات أرصاد الأقمار الاصطناعية لدرجات الحرارة التي يعود تاريخها إلى 1979.

وجد الفريق اتفاقًا عامًّا مع أنماط الاحترار العالمي، رغم أن النماذج عادة ما تبالغ في مستويات الاحترار في الغلاف الجوي السفلي، مع الاستخفاف بأنماط التبريد العلوية في طبقة «ستراتوسفير». يشير التحليل إلى قدرة واضعي نماذج المناخ على تحسين أداء هذه النماذج من خلال دمج علاجات أكثر واقعية لكيمياء الأوزون والرذاذ الجوي.

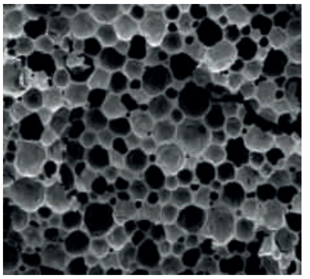
Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1210514109**

مواد

الرغاوي.. سقّالات صديقة للخلية

الرغاوي المسامية، ذات رقعة نانومترية الحجم، التي يمكن أن تلتصق بها خلايا وبروتينات، يمكن أن تستخدم يومًا ما في هندسة الأنسجة.

فقد استخدمت مجموعة بحثية بقيادة جيوسيبي باتاجليا بجامعة شفيلد البريطانية، وآدم إنجلر بجامعة كاليفورنيا، سان دييجو، تقنية مستقرة لتخليق رغاوٍ مكونة من البوليسترين المسامي (في **الصورة**). ومن خلال دمج مختلف البوليمرات الأخرى مع



PRIYALAKSHMI VISWANATHAN/J. AM. CHEM. SOC.

هذه الرغاوي، استطاع الباحثون التحكم في الطوبولوجية أو المخطط السطحي للمسام، ومن ثم التحكم في توزيع وحجم الأماكن التي يمكن للخلايا والبروتينات أن ترتبط عندها، في حيز ثلاثي أبعاد.

وقد تسمح هذه التقنية للمهندسين البيولوجيين بإنشاء سقالات ذاتية التجميع تتحكم، مثلا، في أماكن التصاق الخلايا الجذعية.

J. Am. Chem. Soc. **http://dx.doi.org/10.1021/ja308523f (2012)**

فيزياء كمية

تبريد الذرة للمستوى الخامل

TIM MASON/BES

باستخدام شعاع الضوء بالغ التركيز كملاقط بصرية، احتجز الباحثون ذرة واحدة متعادلة لفترة طويلة، كانت كافية لتبريدها إلى أدنى حالات الطاقة الكَمِّية، وهو متطلّب لكثير من تطبيقات الحوسبة الكَمِّية.

قام الباحثون سابقًا بتبريد الذرات المشحونة بطريقة مماثلة، لكن الذرات غير المشحونة قد تكون أكثر ملاءمة للاستخدام في الأجهزة الكميّة، لأنها لا تتفاعل مع المجالات الكهربائية.

استخدمت سندي ريجال والمتعاونون معها بمعهد «جيلا» JILA (مشروع معهد أبحاث مشترك بين المعهد الوطني الأمريكي للمعايير والتكنولوجيا وجامعة كولورادو في بولدر)، لأول مرة ملاقط بصرية لمحاصرة ذرة روبيديوم واحدة. ثم قاموا باستخدام تقنية ليزر تدعى «رامان» Raman للتبريد جانبي النطاق، لتبريد الذرة إلى الحالة الدنيا المقاربة للخمول.

Phys. Rev. **X 2, 041014 (2012)**

الجيولوجيا

سوابق زلزال توهوكو

شهدت منطقة سينداي باليابان ـ التي تعرضت للدمار بزلزال قوته 9 بمقياس ريختر، وتسونامي في 2011 ـ أحداثا مماثلة في عام 869 ميلادية. ويمكن أن تتكرر هذه الكوارث في المنطقة أكثر مما كان يُعتقَد سابقا.

التقييمات الزلزالية قللت من مخاطر زلازل منطقة سينداي. ويعود السبب في ذلك جزئيا إلى عدم اليقين المحيط بحجم زلزال جوجان في عام 869، وتواتر الزلازل الكبيرة في المنطقة.

درس يوكي ساواي وزملاؤه بمصلحة المساحة الجيولوجية اليابانية في تسوكوبا عينات رواسب من 399 موقعًا على طول الساحل بالقرب من سينداي، بحثًا عن رواسب تسونامي وعلامات للنشاط الزلزالي.

عثر الفريق على رواسب مرتبطة بالزلزال جوجان، تمتد على الأقل 1.5 كيلومتر داخل اليابسة، أبعد من رواسب تسونامي التي حدثت بين 869 و2011م.

وتشير صياغة نماذج حاسوبية للزلازل إلى أن زلزال جوجان كانت قوته 8.4 أو أعلى. وبالإضافة إلى ذلك.. يقدر الباحثون أن مثل هذا الحدث يمكن أن يتكرر كل 500–800 سنة.

يقول الباحثون إن النتائج التي تم الإبلاغ عنها بشكل أولي قبل 2011، ربما تكون قد حَسّنَتْ تقييم مخاطر الزلازل لمنطقة سينداي.

Geophys. Res. Lett. **http://dx.doi.org/10.1029/2012GL053692 (2012)**

علم الكواكب

مفاجأة تحت سطح القمر

القشرة تحت سطح القمر، الذي تعرض للطَّرْق بكثافة، مسحوقة كليًّا تقريبًا، مما يشير إلى أن القمر تَلَقَّى ضربات من الحطام الفضائي خلال المليار سنة الأولى للنظام الشمسي، أكبر مما توقع علماء الكواكب.

وقد سجلت ماريا زوبر بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كامبريدج وزملاؤها هذه النتائج وغيرها من مركبتي الفضاء التوأمتين الدوّارتين حول القمر، التابعتين لوكالة «ناسا»، والمعروفتين باسم «جريل» GRAIL، في ثلاثة مقالات. تفحص توأم «جريل» مكونات القمر الداخلية عن طريق تعيين مجال الجاذبية القمرية. وكشفت بيانات «جريل» أيضا أن متوسط قشرة القمر هو أرق كثيرًا مما كان مقدرا في السابق ـ يتراوح بين 34 و43 كيلومترا ـ مما يوحي بأن بعض التصدّعات الناجمة عن الحطام الفضائي قد يكون اخترق عمق كامل القشرة إلى داخل البطانة الأرضية. تصدّع عميق كهذا، والذي يتوقع أيضا وجود مثله على الأرض والمريخ، يمكن أن يكون قد خلق بنية مسامية احتفظت بمياه جوفية ساخنة لفترات طويلة، موفرة منافذ ممكنة للحياة في النظام الشمسي المبكر.

Science **http://dx.doi.org/10.1126/science.1231507; http://dx.doi.org/10.1126/science.1231530; http://dx.doi.org/10.1126/science.1231753 (2012)**

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

الأحياء المجهرية

الغشّاشون يضرّون بالأغشية الحيوية

الأكثر قراءة على royalsocietypublishing.org في فترة أكتوبر

مثلما يمكن للمصلحة الذاتية أن تعوق التعاون والكفاءة في المجتمعات البشرية، فإن وجود الكائنات الدقيقة «الغشاشة» يقلل من كفاءة المجتمعات البكتيرية المتماسكة.

وهناك نوع معين من البكتيريا يُكَوّن تجمعات منظمة، تعرف بالأغشية الحيوية، عن طريق إفراز إشارات جزيئية صغيرة تحفز التجمع الخلوي. فمثلا، هذه الأغشية الحيوية توفر مزايا البقاء على قيد الحياة، حيث إنها تساعد الجراثيم على مقاومة المضادات الحيوية.

الباحثون بقيادة ستيفن ديجل في جامعة نوتنهام، المملكة المتحدة، أنشأوا أغشية حيوية تتكون من نسب متفاوتة من بكتيريا «بسودوموناس إيروجينوسا» المتعاونة ـ من مسببات الأمراض البشرية ـ وأخرى «غشاشة» متحولة لا تستجيب لإشارات التجميع، لكنها لا تزال تستفيد من كونها جزءا من الأغشية الحيوية.

نمت الأغشية الحيوية التي تحتوي على عدد كبير من البكتيريا «الغشاشة» ببطء أكبر، وكانت أقل مقاومة للمضادات الحيوية من الأغشية الحيوية التي تحتوي على أعداد أقل أو معدومة من الغشاشين.

ويرى الباحثون أن الاستراتيجيات التي تستفيد من تطور العوامل الغشاشة المُمْرِضَة قد تكون مفيدة في مكافحة الأغشية الحيوية، التي يمكن أن تسبب الالتهابات المزمنة.

Proc. R. Soc. B. 279, **4765–4771 (2012)**

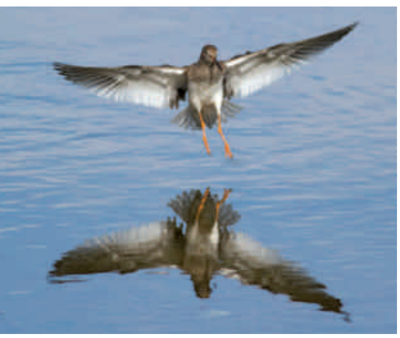
إيكولوجيا

الإضاءة الليلية تساعد الطيور الشاطئية

الإضاءة الاصطناعية يمكن أن تضر المخلوقات البرية بتضليلها، لكنها يمكن أن تساعد أنواعًا الأخرى، كطائر الطيطوة «redshank» الشائع، وهي طيور شاطئية مهاجرة.

درس روس دواير بجامعة إكستر البريطانية في بنرين، وزملاؤه طيور «ترينجا توتانوس» (في **الصورة**) عند مصب نهر بقرب المواقع الصناعية بشرق اسكتلندا.

زوّد الباحثون طيور الطيطوة بأجهزة البث الإذاعي الحساسة لتموضع أجسامها، مما أتاح قياس كم الوقت الذي تقضيه الطيور موجهةً رؤوسها إلى أسفل ـ تبحث خلال الطين أو الرمل عن الغذاء ـ ولأعلى عند مطاردة الفريسة بصريًّا.



ووجد الباحثون أن طيور الطيطوة قضت وقتا أطول في المطاردة البصرية عندما كانت قريبة للضوء الاصطناعي ـ الأمر الذي هو أكثر فعالية من البحث عن طريق اللمس ـ عن تلك التي كانت في المناطق المظلمة؛ مما يوحي بأن الضوء يحسن فُرَص البحث عن الطعام عند الحيوان.

J. Anim. Ecol. **http://dx.doi.org/10.1111/1365-2656.12012 (2012)**

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من:
go.nature.com/latestresearch

أبحاث

دليل جديد منقَّح

اجتازت النسخة المنقحة من «الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية» DSM-5 العقبة الأخيرة قبل أن تتوجه إلى المطابع للنشر، حيث أقرّ مجلس أمناء الاتحاد الأمريكي للأطباء النفسيين في الأول من ديسمبر 2012 النَّص المنقَّح، الذي يتضمن تغييرات مثيرة للجدل فيما يتعلق بتعريف التوحد والاكتئاب الشديد (انظر: مجلة «نيتشر» **482**، 14-15؛ 2012). ومن المقرر أن ينشر هذا الدليل في شهر مايو القادم من عام 2013.

مستويات عالية للغاز

ذكرت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في 20 نوفمبر 2012 أن تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي سجل رقمًا قياسيًّا جديدًا، حيث وصل إلى (390.9 جزء في المليون) بحلول عام 2011، كما وصلت مستويات الغازات المسبِّبة للاحتباس الحراري بشكل فعال ـ كغاز الميثان، وأكسيد النيتروز ـ إلى مستويات قياسية جديدة أيضًا في العام الماضي. للاطلاع على المزيد.. انظر: (nature.com/8hziue).



NASA EARTH OBSERVATORY/NOAA NGDC

وكالة "ناسا" الفضائية تصوِّر الأرض ليلًا

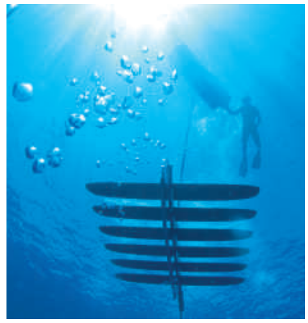
بعد مضي ما يقارب 40 سنة على التقاط رواد فضاء السفينة «أبولو 17» للصورة الشهيرة المبدعة للأرض، التي أُطلق عليها «الرخام الأزرق»، أصدرت وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" صورة جديدة مدهشة، التُقطت ليلًا لكوكب الأرض، باسم «الرخام الأسود».

الصور الملتقطة ـ التي أميط عنها اللثام في 25 من ديسمبر 2012 ـ جُمعت معًا من صور التقطت بواسطة جهاز استشعار ذي دقة عالية على متن القمر الاصطناعي الوطني القطبي سومي «Suomi» لقياسات المناخ. ويمكن استخدام بيانات جهاز الاستشعار الجديدة كمزود لمعلومات حول توزيع السكان، وانبعاثات الكربون. للاطلاع على المزيد.. انظر: nature.com/jfv8ql

الروبوت البحّار

حطم الروبوت الآلي «بابا ماو» ـ الذي يستمد طاقته من الأمواج ـ الرقم القياسي لأطول مسافة تقطعها عربة ذاتية الحركة. وقد أُعلن عن هذا الإنجاز في السادس من ديسمبر الماضي.

الروبوت المذكورهو واحد من بين أربعة روبوتات، تدعى «طائرات الأمواج الشراعية»، (الظاهرة في **الصورة**)، التي تم إطلاقها عن طريق شركة «الروبوتات المائية» Liquid Robotics في صني فيل بولاية كاليفورنيا الأمريكية؛ لجمع بيانات من المحيطات. وقد استغرقت رحلة الروبوت «بابا ماو» أكثر من سنة؛ لتغطية المسافة التي يبلغ طولها 16 ألف كيلومتر بين ولاية كاليفورنيا وأستراليا. للاطلاع على المزيد.. انظر: nature.com/jo8jsz .



LIQUID ROBOTICS

مشروع "سوبر ـ بي"

يتعرض مشروع «سوبر- بي» لتسريع الإلكترونات ـ المزمع إقامته في جنوب شرق روما لإنتاج الميزونات بي B mesons عن طريق تصادم كل من الإلكترونات والبوزيترونات معًا ـ للتأجيل أو الإلغاء.

يُذكر أن هذا المشروع أُطلق رسميًّا في شهر أكتوبر 2011 (انظر: nature.com /xtoooo)، وذكرت الحكومة الإيطالية في 27 نوفمبر 2012 أنها لن تسهم بأكثر من مبلغ الاستثمار الأول الذي أسهمت به، وهو 250 مليون يورو (ما يعادل 326 مليون دولار)، وذلك بعد أن زادت تكاليف المشروع المقدرة إلى مليار يورو، وفشله في تأمين استثمارات كافية من شركاء دوليين. للاطلاع على المزيد.. انظر: (nature.com/ u5g4ey).

شخصيات

جوائز في علم الفيزياء

سيتقاسم سبعة من العلماء جائزة مقدارها (3 مليون دولار أمريكي)، ستُمنح لهم على دورهم الرئيس في جهاز «مصادم الهادرون الكبير»، وذلك بالمعهد الأوروبي للأبحاث النووية CERN، بالقرب من جنيف في سويسرا. وسيحصل عالم الفيزياء النظرية البريطاني ستيفن هوكينج على المبلغ نفسه، لنظريته التي تتحدث عن إنتاج الثقوب السوداء لأشعة هوكينج.

يُذكر أن الجوائز أُعلنت في 11 ديسمبر من قبل مؤسسة جائزة الفيزياء، وهي منظمة غير ربحية، أسسها مستثمر الإنترنت يوري ميلنر. وتتبع هذه الجوائز تسع جوائز أخرى، قيمة كل منها 3 ملايين دولار، أطلقتها هذه المؤسسة لعلماء الفيزياء في أغسطس 2012. للاطلاع على المزيد.. انظر: (nature.com/jzkdcj)

حكم إدانة بالاحتيال

سمحت ثقافة «العلوم المعيبة» ـ نتيجة ضعف عملية التحكيم العلمي ـ لـ«ديريك ستابل» ـ عالم النفس الاجتماعي الذي عمل سابقًا في جامعة تيلبرج في هولندا ـ بارتكاب عملية احتيال بحثي، امتدت لأكثر من عقد من الزمن، وذلك وفقًا لتقرير صدر في 28 نوفمبر 2012 من قِبَل لجان التحقيق التي قامت باستجوابه (انظر مجلة "نيتشر" **479**، 15؛ 2011). وقد تعرفت لجان التحقيق على 55 ورقة بحثية، تأكَّد وجود الاحتيال بها، و11 ورقة بحثية بها مؤشرات للاحتيال، بالإضافة إلى 10 أطروحات دكتوراة بها شُبْهَة تحايل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أعمال

لقاح لالتهاب السحايا

استطاع لقاح رخيص ضد مرض التهاب السحايا أن يصل في الأسبوع الأول من شهر ديسمبر 2012 إلى نقطة تحول مهمة، من خلال تحصين أكثر من مئة مليون شخص بمنطقة «حزام مرض التهاب السحايا » في أفريقيا. وهي منطقة تقع بالتحديد في شمال أفريقيا، يَقتِل فيها هذا المرضُ الجرثومي الآلافَ بشكل دوري في صورة أوبئة شديدة. هذا.. ولم يتم تشخيص أو تسجيل أي حالة لالتهاب مرض السحايا منذ أكتوبر 2012 في كل من بوركينا فاسو، ومالي، والنيجر، وهي المناطق الأولى التي تم فيها تطبيق هذا اللقاح الذي أُطلق عليه «MenAfriVac» في عام 2010 (انظر «نيتشر» **468**، 143؛ 2010). يُذكر أنه تم البدء في استخدام هذا اللقاح في سبع دول أخرى. وتقود هذا المشروع كل من منظمة الصحة العالمية WHO، ومنظمة «باث» PATH، وهي منظمة غير ربحية، مقرها في سياتل بواشنطن.

صفقة مع المحذِّرين

أعلنت مجموعة مراقبة في 4 ديسمبر 2012 أنه تم التوصل إلى تسوية حول موضوع إقالة مسؤول في دائرة النزاهة العلمية الأمريكية الرسمية ـ الذي ذكر أنه عُزل من منصبه نتيجةً لإطلاقه تحذيرًا حول مشروع بناء سد (انظر مجلة «نيتشر» **484**, 15; 2012) ـ بصفتها جهةً ممثلة عنه. وكان بول هاوزر ـ خبير علم المياه في جامعة جورج ماسون في فايرفاكس بولاية فيرجينيا الأمريكية ـ قد تم توظيفه والتعاقد معه من خلال مكتب الإدارة الداخلية الأمريكية للاستصلاح، إلا أنه فقد وظيفته في فبراير 2012. وقدم هاوزر شكوى بموجب «قانون المحذِّرين للحماية» Whistleblower Protection Act ضد هذا الاجراء، وهو مثال نادر على استئناف تَقدَّم به عالِم تحت مظلة هذا القانون؛ لحماية تصريحاته العلمية. وفي بيان مشترك، قال الجانبان إنهما توصَّلا إلى اتفاق، من خلال وساطة بين الطرفين، لكن دون الكشف عن أي تفاصيل لهذه التسوية.

سياسات

تمويل علاجات الملاريا

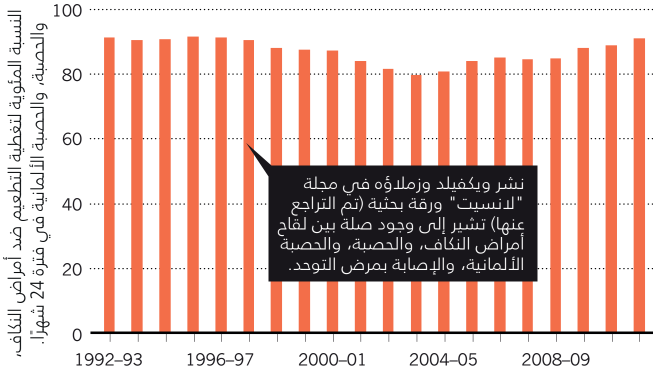
يبدو أن مستقبل جهود دعم علاجات الملاريا التي تكلفت عديدًا من ملايين الدولارات هو مستقبل هش، ففي منتصف شهر نوفمبر الماضي قرر الصندوق العالمي لمكافحة فيروس العوز المناعي البشري، والسل، والملاريا إدراج برنامج الملاريا كبرنامج قائم بذاته ـ الذي يُطلق عليه اسم برنامج «توفير أدوية الملاريا بسعر معقول» ـ لنظامه القائم الخاص بالمنح، وعدم تخصيص أي أموال له بعد عام 2013. وقد عيّن صندوق التمويل العالمي ـ الذي يقع في جنيف بسويسرا ـ مارك دايبول مديرًا تنفيذيًّا جديدًا له، وهو طبيب وعالم مناعة في جامعة جورج تاون بواشنطن دي سي.

صفقة للطاقة

وقَّع كلٌّ من وزير الطاقة ووزير المالية البريطانيَّيْن على اتفاق لدعم تمويل الطاقة ذات الانبعاثات الكربونية المنخفضة. وذكرت الحكومة البريطانية في 23 من نوفمبر الماضي أن الجهات ذات المنفعة العامة في استطاعتها مضاعفة الرسوم التي تدعم مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية ذات الانبعاثات الكربونية المنخفضة، كالطاقة النووية، والرياح، والطاقة الشمسية، وغيرها إلى ثلاثة أضعاف؛ لجلب تمويل يصل إلى 7.6 مليار جنيه استرليني، أي ما يعادل (12.2 مليار دولار سنويًّا) ـ من حيث القيمة الحقيقية ـ بحلول عام 2020. وتسعى المملكة المتحدة إلى الحصول على ما مقداره 30% من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة، وهو ما يزيد عن نسبة الـ11 % المستخدمة حاليًا، إلا أن الصفقة ـ التي سبقت فاتورة الكهرباء الصادرة في أواخر نوفمبر 2012 - شهدت إسقاط السياسيين لمقترح يحدّ من انبعاثات الكربون الناجمة عن قطاع توليد الكهرباء بالكامل تقريبًا بحلول عام 2030. للاطلاع على المزيد.. انظر: (nature.com/ly4mhe).

إعادة الحياة إلى اللقاحات ضد أمراض النكاف، والحصبة، والحصبة الألمانية

وصلت حاليًا نسبة تطعيم الأطفال ضد أمراض الحصبة والنكاف والحصبة الألمانية (MMR) في إنجلترا إلى ٪90.



التطعيم ضد النكاف

وصلت معدلات تحصين الأطفال البالغين من العمر 24 شهرًا ضد أمراض «النكاف (التهاب الغدة النكفية)، والحصبة، والحصبة الألمانية» MMR في إنجلترا الآن إلى أكثر من 90 %، وهو أعلى مستوى وصلت إليه هذه النسبة منذ 1997-1998 (انظر الرسم البياني). يُذكر أن التطعيمات ضد هذه الأمراض كانت قد تراجعت إلى حوالي 79 %، بعد أن نشر أندرو ويكفيلد ورقة بحثية ـ تم التراجع عنها الآن ـ في مجلة "لانسيت" تقترح وجود صلة بين لقاح الأمراض الثلاثة، والإصابة بمرض التوحد. ويُذكر أن النسبة التي توصي بها منظمة الصحة العالمية هي 95 %.

إجراء تحذيري

حذرت المفوضية الأوروبية ثماني دول من كونهم يخاطرون بالانضمام إلى مجموعة الدول «غير المتعاونة» في حربها ضد الصيد غير القانوني للسمك. وإذا لم تتخذ الدول التالية، وهي كل من (بيليز، وكمبوديا، وفيجي، وغينيا، وبنما، وسريلانكا، وتوجو، وفانواتو) إجراءات لمكافحة مثل هذا النشاط غير القانوني، الذي يُنظر إليه عادةً كواحد من الحواجز الرئيسة لاستدامة صيد السمك؛ فمن الممكن أن تواجه عقوبات تجارية. وقد وصفت المفوضية الأوروبية لشؤون صيد السمك ماريا داماناكي التحذير الأول من نوعه بقولها «هذه ليست قائمة سوداء، بل بطاقة صفراء».

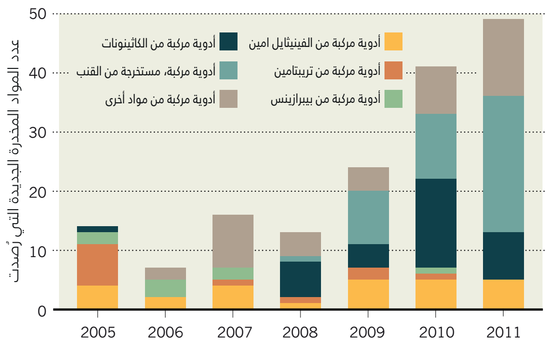
NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من:
go.nature.com/news

مراقبة الاتجاهات

قال المركز الأوروبي لرصد تعاطي وإدمان المخدرات في لشبونة إن عدد الأدوية النفسية الجديدة المؤثرة على العقل التي تم تركيبها أو استخلاصها من النباتات للالتفاف على قوانين مكافحة المخدرات يرتفع بشكل مستمر. وذكرت الوكالة أنها رصدت 49 عقارًا من العقاقير الجديدة المعروفة باسم «ليجال هايز legal highs» العام الماضي (عن طريق تحليل المخدرات المضبوطة، أو التي تم شراؤها للاختبار). وذكر المركز أن حوالي ثلثي تلك الأدوية مركَّب من مركبات الكاثينونات (الشبيهة بمركبات الأمفيتامينات)، أو مواد مخدرة قنبية (أي مستخرجة من القنب)، بالإضافة إلى أن معظم تلك المواد مصنوعة في الهند والصين.

ارتفاع نسبة تصنيع أنواع جديدة من المخدرات

كشف المرصد الأوروبي للمخدرات عن 49 نوعًا مسجلاً العام الماضي من المواد الدوائية النفسية المؤثرة على العقل




nature.com/scientificreports
SCIENTIFIC REPORTS
احْرِصْ على تَقَدُّم أبحاثِك باستمرار
إنَّ حِرْصَنا على سلامة ودِقَّة الأبحاث المنشورة
من الناحية الفنية، إلى جانب سهولة وصولك
إلى المقالات البحثية والتقارير العلمية عبر
"nature.com" ، هما الطريقتان السريعتان
والفَعَّالتانِ للتعريف بمخطوطك أنتَ أيضًا ، أيًا
كان مجالُ تخصُّصِك.
أَسْرِعْ.. وأرْسِلْ مخطوطتَك اليوم!
nature.com/scientificreports
nature publishing group npg

أخبـــار في دائرة الضـوء

تغير المناخ يراقب العلماء انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بالمدن الكبرى **ص. 22**

علم الفيروسات اكتشاف حالات إصابة بالفيروس التاجي؛ تضع العلماء في حالة تأهب **ص. 24**

علم المواد لقطات نادرة لانفجار جسيم نانوي ناتج عن الاحتراق **ص. 25**

الطاقة تصاميم بديلة للمفاعلات النووية؛ تحيي الأمل في الإحياء النووي **ص. 28**



ALESSANDRO ABBONIZIO/AFP/GETTY

مقترحات المفوضية الأوروبية لتنظيم تركيزات الأدوية بالكائنات المائية قد تكون مرفوضة مسبقًا

البيئة

تعثُّر قانون مكافحة التلـوث الدوائـي

مبادرة الاتحاد الأوروبي لتنظيف الممرات المائية تواجه معارضة شديدة.

ناتاشا جلبرت

تتجه أوروبا إلى رفض مبادرة تهدف إلى وضع ضوابط ومعايير لمعالجة الآثار الجانبية المزعجة لبعض الأدوية المتداولة وتأثيرها على الحياة البحرية على وجه الخصوص. وكانت «نيتشر» قد علمت مؤخرًا عن مقترحات مهمة لتشريعات تهدف إلى تنظيف الممرات المائية الأوروبية من الملوثات الدوائية، في طريقها إلى البرلمان الأوروبي؛ ليتم التصويت عليها ـ وكان ذلك خلال الشهر الماضي ـ لكن لا يبدو أن هذه القوانين وصلت ميتة.

واجه مقترح المفوضية الأوروبية للحد من التركيزات الموجودة في الماء لبعض الأدوية المستخدمة بشكل واسع ـ كأحد عقاقير منع الحمل، وأحد مضادات الالتهاب ـ الكثير من الضغوط من قِبَل شركات المياه والأدوية، معللةً ذلك بأن المعلومات العِلمية غير مؤكدة، إلى جانب ارتفاع التكلفة. ويبدو أن الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي وافقت على المقترح، رغم انزعاجها من التكلفة التي قُدِرت بعشرات مليارات اليورو. ويشكك الباحثون وعلماء البيئة في هذه التقديرات، ويقولون إن الأَوْلَى هو الحكم على المقترح من خلال الحجج العلمية القوية، وليس مجرد المخاوف المالية.

NATURE.COM
مياه تحت الضغط.
go.nature.com/vrtrdc

تؤوي أنهار أوروبية كثيرة ذكور سمك «خنش» تحمل صفات جنسية أنثوية، من بينها جهاز تناسلي أنثوي، كما ينتج الذكور بروتين «ڤيتيلوجنين»Vitellogenin. وهو بروتين يوجد عادة في البيض عند تعريضه لبعض الهرمونات[1,2]. وقد أوضحت إحدى أكبر الدراسات التي أجرتها وكالة البيئة البريطانية ـ أُنشِئت في عام 2004 ـ أن 86 % من عينات السمك التي تم جمعها من 51 موقعًا مختلفًا من البلاد، مخنَّثة.

يُرجِع علماء السموم السبب وراء هذا التأنيث إلى المواد الكيميائية التي يطلق عليها مُتْلِفات الغدد الصماء، وبالأخص المادة الفعَّالة الموجودة بأقراص منع الحمل، وهي «إيثينايل إستراديول» (EE2)، التي تتسلل عبر مجاري الصرف الصحي إلى البيئة. يؤثر التأنيث على صحة السمك، كما يتسبب في انخفاض عدد الحيوانات المنوية في الذكور؛ مما يهدد بحدوث انخفاض حاد في تعداد السمك. وتقول سوزان جوبلِنج، إخصائية سموم البيئة بجامعة برونيل بلندن: «إن هذا هو أكبر دليل نملكه على مدى تأثير أي مادة من المواد الكيميائية على البيئة البحرية».

وبتزايد المخاوف من التلوث الذي يُحدِثه هرمون «إيثينايل إستراديول»، طرحت المفوضية الأوروبية في شهر يناير 2012 مقترحًا للدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي بألا يزيد متوسط التركيزات السنوية للدواء في المياه السطحية على 0.035 نانوجرام/لتر. فمثلاً، سجلت إحدى الدراسات[2] آثارًا ضارة ظهرت على بعض السمك في مياه تحتوي على «إيثينايل إستراديول » بتركيز نانوجرام واحد /لتر، وتوقعت أن أعلى تركيز غير ضار بالسمك هو 0.2 نانوجرام/لتر. وقد ساعد هذا الدليل أهل الاختصاص بمجال سموم البيئة على تقدير حدود «آمنة» تغطي سلالات أخرى أيضًا (انظر: «الهرمونات الهائجة»).

كما اقترحت المفوضية الأوروبية على صناع القوانين اتخاذ إجراءات بشأن عقار ديكلوفيناك، وهو علاج مضاد للالتهاب، يتسبب في اختلال وظائف خلايا كبد وكلى وخياشيم السمك[3]. كما أن له سمعة سيئة؛ لتسببه في إهلاك مجموعات من النسور في آسيا[4].

إن المعايير المطروحة لهرمون «إيثينايل إستراديول» ستُخفض بشدة مستويات التلوث. ففي دراسة قام بها مايك جاردنر، كيميائي البيئة بشركة أتكنز لاستشارات البيئة (Atkins) ـ ومقرها بمدينة إبسوم البريطانية ـ قام باختبار مياه الصرف لحوالي 160 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي، ووجد تقريبًا أن جميع النتائج تشير إلى تركيزات لمادة «إيثينايل إستراديول » أعلى من التي اقترحتها المفوضية الأوروبية، وأن نصف هذه النتائج تجاوزت فيها التركيزات المعيار المقترح بثلاثة عشر ضعفًا.

في 28 نوفمبر الماضي، كان مقررًا أن يناقش أعضاء لجنة البيئة بالبرلمان الأوروبي المقترح، وأن يُصَوّت عليه. وفي حالة رفض هذا المقترح، فمصيره في التصويت البرلماني الكامل المُقرر هذا العام (2013) سيكون ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◄ الرفض أيضًا. ويبدو أن هذه هي النتيجة الحتمية في ظل المناقشات السابقة للجنة البيئة بشأن تلك القضية، إضافة إلى وثائق السياسات التي اطلعت عليها «نيتشر». ويرى أكسِل سينجوفين عضو حزب الخُضر بلجنة البيئة أنه «لم تتم مناقشة تأثيرات تلك الكيميائيات على البيئة جيدًا في اللجنة، حيث إن المناقشة تحوّلت في النهاية إلى مناقشة سياسية».

ويمكن لتحديث تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحي أن يؤدي إلى القضاء على التلوث بشكل كبير. ويقترح الباحثون والخبراء السياسيون أن يتم توزيع التكلفة على جميع الأطراف المسؤولة، بما فيها شركات المياه، وشركات المستحضرات الدوائية، بالإضافة إلى العامة أيضًا، بينما ينادي علماء السموم والقائمون على مجال الصناعات المائية بوضع ضوابط أشد على ترخيص واستخدام الكيميائيات التي تسبب خللا بالغدد الصماء، وطرق التخلص منها، عن طريق توعية الناس وتوجيههم بألا يتخلصوا من الدواء غير المرغوب بإلقائه في مياه الصرف الصحي، أو عن طريق تقليل وصف تلك الأدوية لهم. كما تستخدم الأدوية بشكل واسع للماشية، ولذلك فإن منع الحيوانات من التبول بالقرب من الأنهار يسهم أيضًا في التقليل من تسريب الأدوية إلى المياه السطحية.

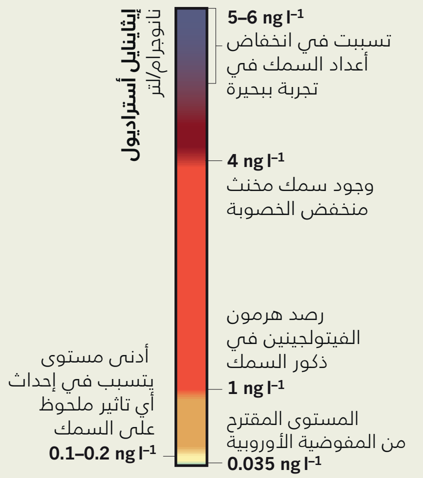
وتعترف شركات المياه وشركات المستحضرات الدوائية بوجود «إيثينايل إستراديول » في الأنهار، وبأنه مسؤول عن ظاهرة «تخنيث» السمك، إلا أن الأدلة الجازمة بذلك قليلة، وتشير إلى أن أعداد السمك بالمياه العذبة لا تتناقص. وقد اطلعت مجلة «نيتشر» على بيان أصدرته إحدى شركات الصناعات الدوائية، تم توزيعه على الدول الأعضاء حول موقفها من هذا الموضوع، تصف فيه البيانات العلمية المتاحة حاليًا حول التأثير البيئي لمادة «إيثينايل إستراديول» بـ«المحدودة» و«غير المؤكدة». وقد أبدت «الرابطة الأوروبية للجمعيات الوطنية لخدمات المياه والصرف الصحي» EUREAU في بروكسل تأييدها لهذا الرأي، موضحةً وجود مخاوف شديدة بخصوص ما أسمته «قلة المعلومات» بشأن تأثير هذه المواد على البيئة، فضلًا عن التكلفة العالية المحتملة لإزالتها من مياه الصرف الصحي.

وتنقِل بيانات الموقف غير المنشورة للشركات الصناعية بالمملكة المتحدة وهولندا أصداء الجدل المثار بين هذه الشركات، حيث تقول بيانات الشركات الهولندية إنه «نتيجة عدم التأكد من تقدير الأرباح والتكاليف، وحتى يتم جمع معلومات أخرى لإخطار صانعي السياسة بها، فإنه من غير المناسب أن يتم اقتراح اتخاذ إجراءات على مستوى دول الاتحاد الأوروبي حاليًا».

ومن الممكن أن يؤثّر التقرير الذي أعده عضو لجنة البيئة ريتشارد سيبر ـ وهو ديمقراطي مسيحي من النمسا ـ على عملية التصويت، حيث يقترح التقرير تأجيل وضع أي معايير للتركيزات التي ينبغي ألا تتجاوزها المستحضرات

هرمونات هائجة

تقدمت المفوضية الأوروبية بطلب تقليل مستويات هرمون منع الحمل «إيثينايل إستراديول» بالمياه السطحية



الدوائية في الماء حتى عام 2027. ويتفق سيبر مع شركات المياه بأن علاج المشكلة ينبغي أن يكون في الحد من ترخيص واستخدام المواد الكيماوية، بدلًا من تنقية مياه الصرف منها.

وجدير بالذكر أن سيبر هو مؤسس ورئيس المجموعة المشتركة في البرلمان الأوروبي بشأن المياه، وهي المسؤولة عن التوفيق بين أعضاء البرلمان الأوروبي والمؤسسات الصناعية والمنظمات غير الحكومية لمناقشة قضايا المياه. وطبقًا للبيانات المالية التي حصلت عليها «نيتشر» وفقا لقانون حرية تداول المعلومات، فإن «الرابطة الأوروبية للجمعيات الوطنية لخدمات المياه والصرف الصحي» (EUREAU) تدعم هذه المجموعة عن طريق «إسهامات مادية» و«إمداد بالخبراء». وقد صرح سيبر أن تدخل الرابطة اقتصر على تقديم الدعم المؤسسي والإداري فقط، وأضاف أنه «لم يقم أي من أعضاء الرابطة بالعمل بمكتبنا أو بالبرلمان، وأنهم لم يتدخلوا بإعطاء نصائح فيما يتعلق بالأمور الداخلية للمجموعة».

وتتوقع الحكومة البريطانية أن المياه المعالجة التي تصدر مما يقرب من 1,360 محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي لن تحقق المعايير المقترحة لتركيزات «إيثينايل إستراديول». وذكرت أيضًا أن تطوير تلك المحطات سوف يتكلف ما بين 26 ـ 30 مليار يورو.

وكانت المفوضية الأوروبية قد صرحت لمجلة «نيتشر» أن المملكة المتحدة تطبق حاليًا معيارًا صارمًا، هو 0.016 نانوجرام/لتر؛ لتقدير تكاليف الالتزام بشروط الاتحاد الأوروبي. وإلى الآن، لم تتلق «نيتشر» ردًّا على طلبات متكررة قدمتها لقسم شؤون البيئة والأغذية والمناطق الريفية بالحكومة البريطانية، بخصوص توضيح الحسابات التي قامت بها لتحديد هذا المعيار، في حين قالت المفوضية إن تطبيق المعيار المقترح 0.035 نانوجرام/لتر من الممكن أن يخفض التكلفة إلى النصف. إن هذه الحسابات ليست الأولى، فطبقًا لهيئة «أوفوات» Ofwat لتنظيم المياه بالمملكة المتحدة، فإن شركات المياه في إنجلترا وويلز قد التزمت بإنفاق 22 مليار يورو في الفترة بين عامي 2010 و2015 على تطوير البنية التحتية للمياه، شاملة 4.1 مليار يورو لتحسين جودة المياه في البيئة.

وتفترض التقديرات البريطانية أن كل الوحدات قد تحتاج إلى التجهيز بتكنولوجيا معالجة أكثر تقدمًا، وأكثر تكلفة، تقوم على استخدام حبيبات كربون منَشَّطة لامتصاص المستحضرات الدوائية من الماء، إلا أن كيميائي البيئة أندرو جونسُن بمركز الإيكولوجيا وعلوم المياه بأكسفورد شاير، المملكة المتحدة، قال إن هذه التدابير لن تكون ضرورية في كل محطات معالجة مياه الصرف الصحي، حيث يقترح أن يتم عمل تطوير منخفض التكلفة للمحطات الحالية، باستخدام مرشحات من الرمال، التي قد تكون كافية في بعض الحالات.

وهذا الاستثمار سيضيف فوائد أخرى؛ حيث إن استخدام تكنولوجيا أكثر تطورًا لمعالجة المياه سينقي المياه من ملوثات أخرى، حسب قول مايكل ديبلدج من كلية بِينِنسلا للطب وطب الأسنان بمدينة بليموث بالمملكة المتحدة، والعالم الكبير السابق بوكالة البيئة البريطانية، المتخصص في دراسات البيئة وصحة الإنسان. ويضيف أن مستويات الملوثات الدوائية في الأنهار الأوروبية تتزايد بشكل مستمر مما يشكل «خطورة شديدة» على الصحة والبيئة، من خلال نشوء بكتيريا مقاومة للمضادات الحيوية مثلاً.

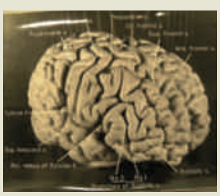
يرى علماء البيئة أن الأمر قد يتطور إلى الأسوأ.. فأعداد السمك قد تكون مستقرة حاليًا، بينما تشير دراسة أجريت على سمك «المينو» بدين الرأس *Pimephales promelas* في بحيرة للتجارب بكندا إلى أن التعرض لنسب عالية من «إيثينايل إستراديول» أحدث هبوطًا شديدًا لأعداد هذا السمك[5]. ويعتقد الباحثون أن الاتحاد الأوروبي يفَوِّت فرصة تحقيق سابقة على المستوى العالمي. ويقول جوبلينج إن محاولات تقليل وجود «إيثينايل إستراديول» تعتبر «اختبارا لبحث فاعلية محاولات التحكم في نسب كافة المستحضرات الدوائية في الماء، فإذا لم يتحكموا في نسبته؛ فلن يتمكنوا من التحكم في أي شيء». ■

1. Jobling, S. *et al. Environ. Health Perspect.* **114,** 32–39 (2006).
2. Gross-Sorokin, M. Y., Roast, S. D. & Brighty, G. C. *Environ. Health Perspect.* **114,** 147–151 (2006).
3. Cuklev, F. *et al. Environ. Toxicol. Chem.* **30,** 2126–2134 (2011).
4. Oaks, J. L. *et al. Nature* **427,** 630–633 (2004).
5. Kidd, K. A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 8897–8901 (2007).

المزيد أونلاين

D. FALK *ET AL. BRAIN*/NMHM

موضوع العدد

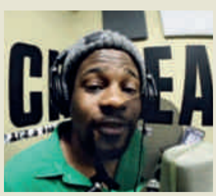


● لقطات تستكشف دماغ أينشتاين غير العادي go.nature.com/ozmue1

مزيد من الأخبار

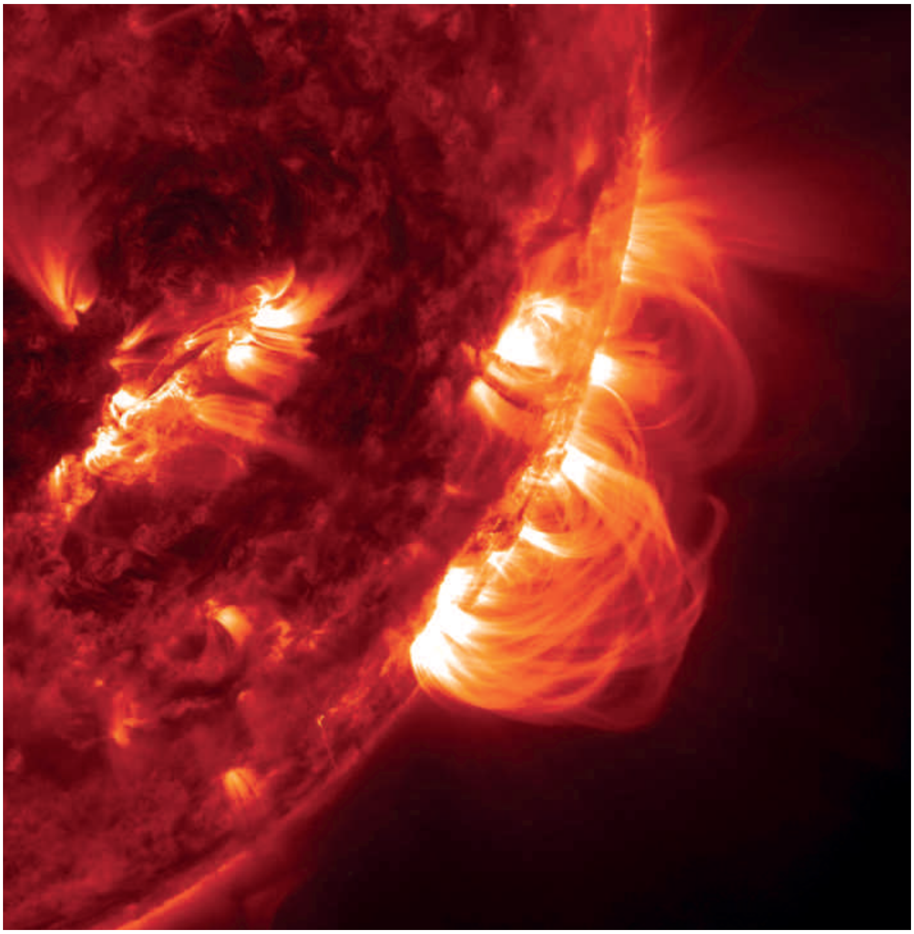
● خطوط حفرية ليوناردو تصور الأعشاش المبكرة go.nature.com/eargns
● أدوية البشر تسبب تعثر السمك go.nature.com/c1h8ys
● الروبوت الطواف قد يستكشف كهوف القمر go.nature.com/2miioz

فيديو



تلقِي صور مسح أدمغة فناني «الراپ» ضوءًا على الإبداع go.nature.com/xy6onz

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


SDO/NASA

يمكن لنوع من الاضطرابات التي تمت محاكاتها ضمن تجربة معملية أن تساعد في شرح أسباب السخونة الشديدة لهالة الشمس.

فيزياء فلكية

الفيزياء الفلكية المخبرية تواصل استكشاف النجوم

تتوالى التجارب الفلكية في الأرض لفهم البيانات الواردة من الفضاء.

يوجيني صامويل رايش

تم بناء المغناطيس البرتقالي العملاق منذ عقود لتقييد نوى الهيدروجين في البحث عن طاقة الانصهار النووي. ومنذ 1998، قام جان إيجيدَل ـ وهو فيزيائي بلازما بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس (MIT) في كمبردج ـ باستخدام مغناطيسات حلقية مجوفة ضخمة، تشاكل التوكاماك، لمحاكاة المجالات المغناطيسية، عن طريق رياح خفيفة من الجسيمات المشحونة المتدفقة من الشمس. ويأمل إيجيدَل في معرفة كيفية تحويل الرياح الشمسية إلى طاقة اندماج نووي.

كانت تجارب «مختبر الفيزياء الفلكية» التجريبية في الماضي كتجارب إيجيدَل ـ وهي جهود لمحاكاة سلوك بلازما الفضاء وظواهر الفيزياء الفلكية الأخرى ـ ملقاة على عاتق أجهزة بحوث الطاقة أو الفيزياء الأساسية. وحاليًا، يحاول أهل هذا الاختصاص جعله مجالاً قائمًا بذاته، من خلال تمويل ومعدات مخصصة له.

في شهر يونيو 2012، أنشأت الجمعية الفلكية الأمريكية (AAS) بالعاصمة واشنطن أول شعبة جديدة ـ منذ 30 عامًا ـ مخصصة لمختبر الفيزياء الفلكية. وقد شهد مؤتمر جمعية الفيزياء الأمريكية حول «بلازما الفيزياء» الذي انعقد في أكتوبر 2012 في بروفيدنس عاصمة ولاية رود آيلاند عددًا غير مسبوق لجلسات «الفيزياء الفلكية المخبرية». ونادى علماء بوكالة «ناسا» للفضاء بضرورة أن تخصص الوكالة مبلغًا صغيرًا من تمويل كل بعثة فضائية للفيزياء الفلكية المخبرية. يقول فريد سكيف ـ عالم فيزياء البلازما بجامعة أيوا في أيوا سيتي، ورئيس مؤتمر الجمعية الفيزيائية ـ إن «هناك عددًا متزايدًا من البحوث الصادرة حول الفيزياء الفلكية المخبرية .. وإنها قد بلغت لتوها سن النضج».

إن أحد أهدافها تحقيق أقصى استفادة من البيانات المتدفقة من المركبات الفضائية. فعلى سبيل المثال.. قام إيجيدل باستكشاف أسئلة طرحتها بعثتا الرياح الشمسية، وهما بعثة وكالة الفضاء الأوروبية، وبعثة الرياح الشمسية التابعة لوكالة «ناسا». يقول إيجيدل: «نحن في ذروة مركبة فضائية بالمنظومة الشمسية، أدت الى نمو تجارب الفيزياء الفلكية المخبرية». ومن جانبه، يقول فريد سلامة ـ عالم الفيزياء الفلكية بـ«مختبر أبحاث إيمز»، التابع لوكالة ناسا في موفيت فيلد بولاية كاليفورنيا ـ إن للعمل جاذبية خاصة في أوقات ضيق الميزانية، لأن تكلفة التجارب تبلغ مئات آلاف الدولارات، مقارنةً بتكلفة البعثات الفضائية البالغة مئات الملايين.

وهناك نتائج دالة أخذت في الظهور.. فقد وصف سكيف وزملاؤه الشهر الماضي أول قياس مختبري للاضطرابات الفيزيائية الفلكية، حيث ارتطمت موجتان مغناطيسيتان لتوليد موجة مغناطيسية ثالثة، وهي ظاهرة يُستند عليها لتفسير ارتفاع سخونة غلاف الشمس، أو الهالة الشمسية بآلاف المرات عن سطحها، وكيف تنتقل كميات طاقة ضخمة بين المجرات. وقد رُصدَ من خلال استخدام جهاز البلازما الكبير (LPD)، ومولد بلازما بطول 21 مترًا بجامعة كاليفورنيا في لوس أنجيليس، وقام سكيف باختيار اثنتين من أمواج «ألفين» Alfvén ليصطدما؛ مما ينتج موجة «ابنة» أخرى؛ تؤكد هذه الآلية (G._G._Howes et_al. Phys. Rev. Lett. Preprint at http://arxiv.org/abs/1210.4568; 2012).

يقول أميتافا بتاشرجيّه ـ عالم الفيزياء الفلكية النظرية بجامعة برنستن في نيوجيرسي ـ إن «هذا هو أول إيضاح مخبري تجريبي لشيء يعتبر حجر زاوية النظرية». وكانت تكلفة التجربة أقل عن 100 ألف دولار.

لقد مولت وكالة «ناسا» دائمًا بعض مشروعات الفيزياء الفلكية المخبرية، لكن فريد سلامة يقول إن الوكالة يجب أن تفكر بالقيام بذلك كجزء من كافة البعثات الفضائية. وأول مرشح جيد لنموذج التمويل هذا ينبغي أن يكون العمل المتصل بمرصد الفضاء هيرشل، وهو بعثة أوروبية بمشاركة وكالة ناسا، لجمع أطياف الأشعة تحت الحمراء من آلاف الجزيئات المختلفة في سحب المجرة من الغبار والغاز. لم يتم تحديد عديد من الجزيئات بعد، لكن الباحثين قد يحصرونها من خلال توليف الجزيئات المحتملة والتحقق من أطيافها بالمختبر. ويقول دانيال سافين ـ عالم الكيمياء الفلكية بجامعة كولومبيا في نيويورك، والمشارك في إنشاء شعبة الفيزياء الفلكية المخبرية بالجمعية الأمريكية الفلكية ـ إن العمل النظري بمختبر الفيزياء الفلكية بحاجة إلى تحديد أولويات التجارب التي يمكن القيام بها.. فمثلًا، مسألة توليف كل جزيء واحتمال ملاحظته في الفضاء ليست مجدية ماليًّا، لكن يمكن الاستعاضة عن ذلك بنماذج كيمياء السحاب؛ لتوجيه العمل بالإشارة إلى الأكثر أهمية.

إن التمويل المخصص للفيزياء الفلكية المخبرية يمثل أنباءً طيبة بالنسبة إلى إيجيدَل، الذي أوشك نمو عمله على تجاوز قدرات جهازه الحالي. وقد تنبأت مجموعته البحثية بوجود نظام البلازما في جميع الإلكترونات غير المتوقعة والمشحونة بالطاقة، وهو تأثير غير مفسر سابقًا، رصدته مركبات فضائية تراقب الرياح الشمسية، لكن لاستكشاف الآلية، يحتاج إيجيدَل إلى إجراء تجارب باستخدام حجم أكبر من البلازما، والمجالات المغناطيسية الأعلى شدة. وإذا كانت الفيزياء الفلكية المخبرية قد تأسست باعتبارها تستحق أن تكون مجالاً بذاتها، فقد يكون إيجيدل قادرًا على تجاوز كونه توكاماك يطلب العون. يقول إيجيدل: «أريد أنْ أبني مجالاً جديدًا». ■



ROBERT LANDAU/CORBIS

تنتج بعض المدن ـ مثل لوس أنجيليس ـ سحبًا من الملوثات المحتوية على غازات الاحتباس الحراري.

تغير المناخ

المـدن الكبـرى تتجه إلى مراقبـة انبعـاثاتها

يقوم العلماء بمراقبة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمناطق الحضر، كخطوة أولى نحو قياس مدى نجاح مبادرات حماية المناخ حول العالم.

جيف توليفسون

على قمة جبل ويلسُن بجنوب كاليفورنيا، يقوم مجس أشعة تحت الحمراء بمسح الأفق، مسجلاً تركيز ثاني أكسيد الكربون على امتداد مدينة لوس أنجيليس. ويقوم العلماء أسفل الجبل ـ وفي المدينة نفسها ـ بتصويب أشعة ليزر نحو السماء لقياس الارتفاع والهبوط اليومي لقبة التلوث التي تغطي الوادي. هناك عدة أجهزة أخرى تطفو فوق أبراج المدينة، وهي مهيئة لرصد الهواء أثناء تحركه في المدينة وإلى خارجها محمّلاً بالانبعاثات. وفي نهاية المطاف، سوف تنضم طائرة مجهزة بالمعدات اللازمة إلى هذا الجهد الذي يبذله العلماء. وعندما تكون هذه العملية قيد التنفيذ في 2013، ستكون نسبة ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها لوس أنجيليس قيد المراقبة، وحددت بمستويات دقة تتجاوز كافة المدن الكبرى الأخرى.

وتشير بيانات الأمم المتحدة إلى أن المدن مسؤولة عن 70 % من الإنتاج العالمي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وأن البلاد التي تتمتع بمستويات أعلى من التحضر مسؤولة عن إنتاج كميات أكبر من ثاني أكسيد الكربون المقررة لكل دولة (انظر: مصادر الانبعاثات الحضرية). وبالمراقبة الدقيقة لانبعاثات لوس أنجيليس ومدن كبرى أخرى، يأمل العلماء في دراسة أنظمة مراقبة غازات الاحتباس الحراري التي يمكنها في يوم ما أن تسهم في تقييم مدى نجاح المبادرات المحلية؛ وبالتالي ـ على المستوى الدولي ـ في حماية المناخ. وقد قدمت النتائج الأولية ـ التي تم عرضها في الأسبوع الأول من ديسمبر 2012 في اجتماع «اتحاد الجيوفيزيائيين الأمريكيين» في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا ـ إشارات واعدة بأن مثل هذا التحقق المستقل يمكن الحصول عليه بالجمع بين القياسات والنماذج الجوية.

يقول رايلي دورين، مهندس منظومات يرأس مبادرة الرصد بـ«مختبر الدفع النفاث» بوكالة الفضاء الأمريكية ناسا في باسادينا بكاليفورنيا: «تعتبر انبعاثات المدن الكبرى مهمة وقابلة للمتابعة علميًّا». ربما يكون العلماء بعد عقدين من الزمان قادرين على رصد كافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن النشاط الإنساني بمستويات عالية الدقة، قادمة من الفضاء، حسب قول دورين، الذي يضيف قائلاً: «التكنولوجيا الموجودة اليوم تسمح بالسعي وراء تحديد الانبعاثات الناجمة عن المدن».

وقد تعاون دورين وزملاؤه مع باحثين فرنسيين يقومون بمراقبة انبعاثات باريس، كما ناقش الفريق إمكانية تنفيذ مشروع مشابه في سان باولو بالبرازيل، حيث يوجد بالفعل بمدينة إنديانابوليس برنامج مراقبة يعمل منذ عام 2010. وقد نشأت هذه البرامج عندما بدا وكأن تشريعات مناخية ملزمة سوف تظهر ببعض الدول. ومع أن التوقعات تراجعت بعد فترة، لكن الاهتمام العلمي بمراقبة الانبعاثات والتحقق منها ازداد في واقع الأمر.

إن التحول نحو الغلاف الجوي لقياس الانبعاثات والتحقق من مستوياتها ـ التي عادة ما يتم حسابها بناء على تقارير صادرة عن قطاعات الصناعة حول استهلاك الطاقة ـ بعيد تماما عن كونه أمرا هامشيا. تنتج المدن سحبًا من الملوثات، ينبغي للعلماء تصنيفها ووصفها خلال تحركها، ومن ثم تختفي بفعل الرياح. ولتحويل تركيزات غازات الاحتباس الحراري بالغلاف الجوي إلى مستويات من الانبعاثات، ينبغي للعلماء أن يفهموا الظروف المناخية المحلية، ويتتبعوا الانبعاثات من مصادرها الأصلية.

قوة الأبراج

يأمل الفريق البحثي في لوس أنجيليس ـ من خلال عمله مع شركاء حكوميين وأكاديميين ومؤسسات خاصة ـ في إنشاء 13 محطة مراقبة على الأبراج المختلفة خلال 6 أشهر. ستقوم هذه المحطات بمتابعة الهواء المتحرك خلال الحوض الهوائي، بينما تقوم البالونات وأجهزة الليزر بقياس المنطقة الفاصلة ما بين التلوث الذي يجثم على المدينة، والهواء النظيف فوقه. هذه المنطقة الفاصلة تحدد حجم الهواء الذي يقوم العلماء بدراسته، وبالتالي تحديد العلاقة ما بين تركيزات ثاني أكسيد الكربون تم قياسها، ومجمل الانبعاثات. ففي فترة شروق الشمس يوميًّا، ترتفع درجة حرارة الهواء الملوث، ثم يصعد في طبقات الجو؛ فيختلط مع الهواء النظيف قبل خروجه بعيدًا عن الجبال التي تحيط بالمدينة. وسوف يتم تغذية نموذج حاسوبي عالي الدقة بكل هذه البيانات؛ ليُستخدَم في متابعة هذه العمليات الجوية السابقة واللاحقة مع مضي الوقت؛ لفهم القياسات الحقيقية لغازات الاحتباس الحراري.

وقد تم تطوير هذه المقاربة بناءً على مشروع إنديانابوليس، حيث قاد بول شيبسُن ـ وهو كيميائي الغلاف الجوي بجامعة بوردو في ويست لافاييت، إنديانا ـ فريقًا من الباحثين، حصل على حوالي 1.5 مليون دولار من «المعهد الوطني للمواصفات والتكنولوجيا» (NIST) في 2009 لتصميم هذه التجربة. استخدم الفريق زوجًا من الأبراج لقياس الهواء في دخوله وخروجه من إنديانابوليس، وقام شيبسُن بجمع هذه القياسات مع نتائج التقييمات التفصيلية الواردة من طائرة التجارب. وبوجود المزيد من التمويل؛ يتوقع الفريق أن يتمكن في النهاية من إحاطة مدينة إنديانابوليس باثني عشر برجًا لقياس تركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان، حيث يقول شيبسُن: «إنها مدينة عظيمة للتجارب، حيث إنها معزولة ومسطحة».

NATURE.COM
لقراءة المزيد حول العلم والتمدن أنظر:
go.nature.com/9233vu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

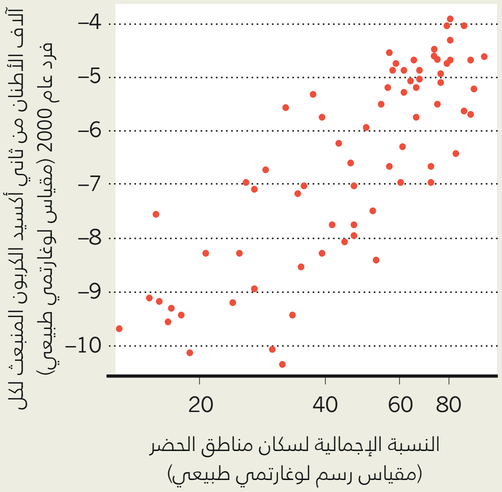
ويتوقع شيبْسُن أن قياساته الخاصة الأولية ستتوافق مع حوالي 30 ـ 40 % من مستويات الانبعاثات التي حددتها سلطات المدينة. كما يتوقع أن يقلل من نسبة عدم اليقين إلى حوالي 20 % بإضافة البيانات الواردة من الأبراج ضمن نموذج حاسوبي عالي الدقة لقياس الانبعاثات، طوره عالم الغلاف الجوي كيفن جورني، وهو باحث مشارك في المشروع، ويعمل بجامعة أريزونا بمدينة تيمب. هذا.. وكان من المقرر أن يقدم أعضاء الفريق نتائجهم الأولية بمؤتمر سان فرانسيسكو في الأسبوع الأول من ديسمبر 2012.

يقوم نموذج جورني بتضمين البيانات الحقيقية حول استخدامات الطاقة، ومنها النشاطات الصناعية على مستوى المباني الفردية، إضافة إلى أنماط حركة السير. ويتم تصنيف المركبات بناء على نوع الوقود المستخدم، والانبعاثات الناتجة، وتتم محاكاة عملية مرورها بالمدينة كما تفعل المركبات الحقيقية. ويتوقع جورني أنه في يوم ما سوف تساعد عملية دمج بيانات قياس انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مع النماذج، المدن في تحديد انبعاثات الميثان الناتجة عن تسربات الغاز الطبيعي مثلاً، أو تحديد الأحياء السكنية التي يمكن أن تستفيد من مشاريع تخفيف ازدحام السير، أو تحسين استخدام المباني للطاقة.

يقول جورني، الذي قام بالفعل بتطبيق هذا النموذج بمدينة فينكس بأريزونا، ويقوم حاليًا بتعديله لينطبق على لوس أنجيليس: «اتصل بي أكثر من عمدة لمدن مختلفة، يسألونني السؤال نفسه، وهو: من أين نبدأ؟ عندما تريد أن

مصادر الانبعاثات الحضرية

تظهر بيانات 71 دولة ارتباطا مباشرا بين مستوى التحضر وزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون



SOURCE: UN GLOBAL REPORT ON HUMAN SETTLEMENTS 2011

تنفق الأموال، عليك أن تعرف أين تفعل ذلك».

لهذا.. اقتنعت مدينة لوس أنجيليس بفكرة برنامج المراقبة؛ فقامت ـ نظرًا لالتزامها بتخفيض انبعاثاتها إلى 35 % عن مستويات انبعاثات 1990 بحلول عام 2030 ـ بالعمل على تنفيذ عدة مبادرات، من تخفيض انبعاثات السفن، إلى تقوية إسهام الطاقة المتجددة، إلى تركيب أعمدة إنارة بالشوارع تتميز بكفاءة أعلى، وتحقيق تزامن الإشارات المرورية. يقول روميل باسكوال، نائب عمدة لوس أنجيليس لشؤون البيئة: «نحن نقوم بما نستطيع، لكننا نريد التأكد من أن ما نقوم به يحقق نتيجة في الواقع».

استثمر «المعهد الوطني للمواصفات والتكنولوجيا» 1.1 مليون دولار في مبادرة لوس أنجيليس، على أمل تطوير هذا النوع من العلم، وجعله أكثر قابلية للتطبيق بمدن أخرى. ويكمن الهدف النهائي في تخفيض نسبة عدم اليقين في قياس الانبعاثات إلى 10 % فقط.

إن المرحلة النهائية ستمد هذا الجهد إلى الفضاء. ويعتبر المجس الموجود حاليا على جبل ويلسُن نموذجا أوليًّا للجيل القادم من المعدات التي يمكن إطلاقها بواسطة قمر اصطناعي، حسب تشارلز ميلر، وهو زميل دورين بـ«مختبر الدفع النفاث» التابع لوكالة الفضاء ناسا. ويقوم المجس ـ الذي يعمل على متابعة الأطوال الموجية القريبة من الأشعة تحت الحمراء ـ بقياس نسبة الحرارة التي يمتصها ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي قياس تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي. ويأمل ميلو ودورين في وجود ثلاثي من الأقمار الاصطناعية الثابتة حول الأرض، يمكنها الاستمرار بعمل مسح لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ليس فقط فوق لوس أنجيليس، بل حول الأرض. يقول ميلر: «هذه منطقة مفتوحة وغير خاضعة للبحث حاليًا، لكنها واعدة». ■

علم الأوبئة

متابعة الجرعات اليومية من المواد السامة

تربط دراسات الإكسبوزوم التعرُّض للعوامل البيئية مع محدثات المرض البيولوجية.

إوين كالاواي

يمكنك أن تفكر في الأمر باعتباره أخًا أكبر محبًّا لفعل البر. إذ يُعد الباحثون الأوروبيون العدة لرصد حالة آلاف الأشخاص، بإعطائهم هواتف ذكية؛ لتسجيل المواد الكيميائية التي يتعرضون لها يوميًّا.

فلقد أعلن مشروعان في الأسبوع الأخير من نوفمبر 2012 عن فوزهما بمنحة مشتركة قدرها 17.3 مليون جنيه إسترليني (ما يعادل 22.4 مليون دولار) مقدَّمة من المفوضية الأوروبية من أجل دراسة «الإكسبوزوم» Exposome، وهو التأثير الناشئ عن التعرُّض للعوامل البيئية على الصحة. ويأمل الباحثون أن تُثمر تلك الدراسات ـ التي سوف تستغرق أربع سنوات ـ عن فوائد تعود على الصحة العامة على نحو لم تتمكن منه أبحاث الجينوم حتى الآن.

إن الأبحاث التي تختص بدراسات الارتباط على نطاق كامل الجينوم، والتي يفتش العلماء من خلالها عن متغيرات جينية مرتبطة بحدوث الأمراض، فشلت في تقديم تفسير وافٍ للأسباب التي تجعل البعض أكثر عُرضةً من غيرهم للإصابة بالأمراض المزمنة، كالنوع الثاني لداء السكري. يقول مارتن سميث، أخصائي السموم بجامعة كاليفورنيا، بيركلي، وأحد المشاركين في مشروع علم الإكسبوزومات المُموَّل حديثًا (Exposomics): «كان هناك تركيز مفرط على العوامل الجينية، في حين أنها تسهم بالقليل نسبيًّا، مقارنة بعوامل البيئة». ويتولى باولو ڤينيز ـ عالم الأوبئة البيئية بكلية «إمبريال كوليدج» بجامعة لندن ـ قيادة المشروع المُقدرة تكلفته بمبلغ 8.7 مليون جنيه إسترليني.

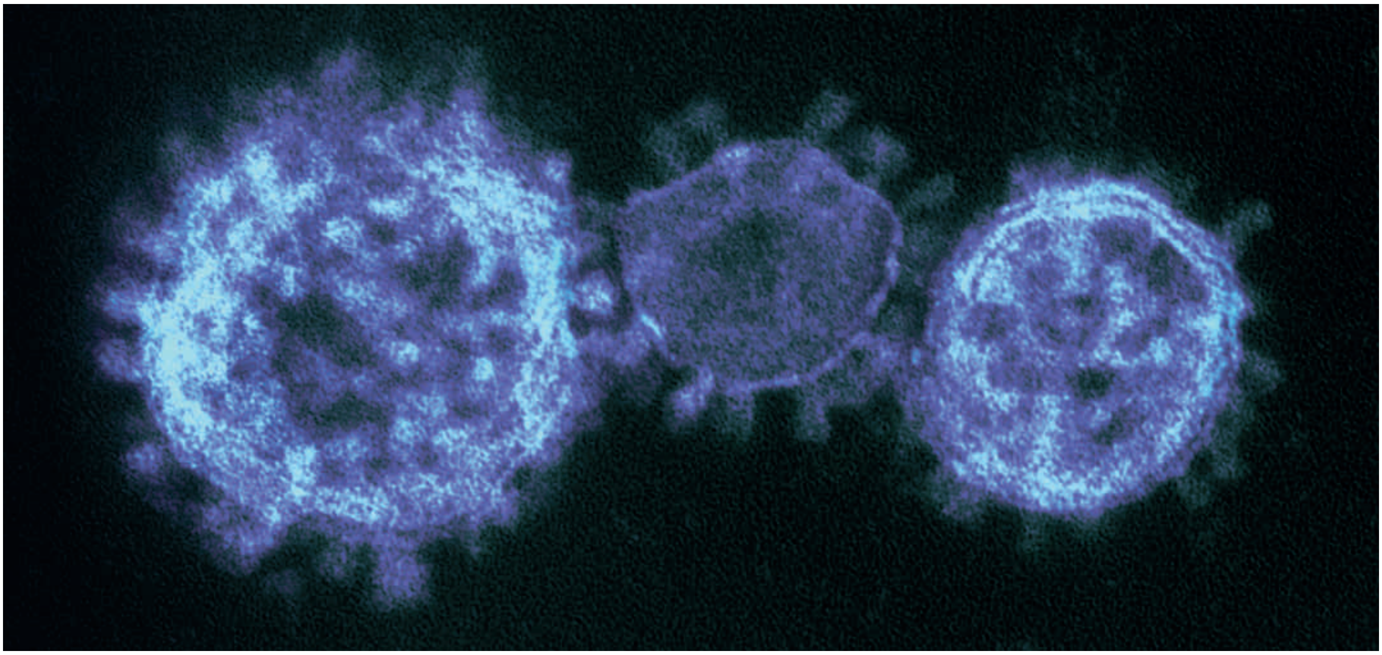
سوف يحمل الأشخاص الخاضعون للتجربة هواتف ذكية مجهزة بحساسات لقياس حالات التعرض، بينما يتم تحليل دمهم لرصد التغيرات الحادثة جزيئيًّا. وينخرط معظم الأشخاص المشاركين سلفًا في دراسات صحية أخرى طويلة الأجل. ويركز أحد أهداف الدراسة على رصد الاختلافات بين المؤشرات البيولوجية لأشخاص مشوا عبر مناطق، هواؤها منخفض التلوث، وآخرين تعرضوا لأدخنة المدن، وذلك لأجل فهم العوامل التي تطلق اعتلالات مرضية، كأمراض القلب، والربو، وسرطان الرئة.

فقد سبق لنهج ڤينيز في مقاربة الإكسبوزومات، عن توقيع التعبير الجيني Gene-expression signature الذي يربط خطر إصابة الأشخاص بمرض سرطان الدم، مع تعرُّضهم للمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية السُّمِّيَّة الأخرى، على سبيل المثال.

أما المشروع الثاني، فستبلغ تكلفته 8.6 مليون جنيه إسترليني، ويتناول الإكسبوزوم البشري في وقتٍ مبكر من الحياة، وسيركّز على الأطفال والنساء الحوامل. فالأطفال أكثر عُرضة لعوامل البيئة، نظرًا إلى أن أجسامهم صغيرة، وأعضاءهم في طور النمو، حسب قول مارتين ڤرايهايد، عالم الأوبئة بمركز أبحاث أوبئة البيئة بمدينة برشلونة الإسبانية، ورئيس المشروع. وسوف يتتبع الباحثون المؤشرات البيولوجية المتصلة بحدوث الأمراض، لتقييم التأثير الناتج عن التعرُّض لمختلف عوامل البيئة على النمو، والبدانة، والتطور المناعي، والربو. وسينتج عن المشروعين كَمٌ هائل من المعلومات، حيث يعمل ڤينيز وڤرايهايد على إعداد سياسة عامة لمشاركة هذه المعلومات؛ لأجل تمكين الباحثين الآخرين من التنقيب؛ بحثًا في الموارد المتاحة.

وتلقى أبحاث الإكسبوزومات اهتمامًا متناميًا بالولايات المتحدة، ففي العام الماضي دَعا المجلس القومي الأمريكي للبحث العلمي إلى ضخ استثمارات ضخمة في أبحاث الإكسبوزوم. كما يخطط المعهد القومي لعلوم الصحة البيئية لجعله من الأولويات، إلا أنه لم يتم بعد الاستثمار في أي من المشروعين بالقدر الضخم ذاته، أُسوة بالجهود الأوروبية، حسب ديفيد بالشو من المعهد، الذي يقول: «نحن نعتقد أنها أولوية قصوى». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ELIZABETH R. FISCHER, ROCKY MOUNTAIN LABS/NIAID/NIH

اكتشاف فيروس كورونا (تاجي) جديد في الشرق الأوسط، وهو فيروس ينتمي إلى عائلة «الفيروسات التاجية»، نسبة إلى شكل سطحها الذي يشبه التاج.

علم الفيروسات

اكتشاف حالات إصابة بالفيروس التاجي؛ تضع العلماء في حالة تأهب

رفع مستوى المراقبة إثر اكتشاف الإصابة بفيروس جديد في ثلاث دول شرق أوسطيّة.

ديكلان بتلر

هل يشكل فيروس الكورونا (التاجي)، الذي ظهر مؤخرًا في الشرق الأوسط، تهديدًا عالميًّا للصحة العامة، أم أنه لا يعدو كونه أكثر من ظهور فيروسيٍّ هامشيّ، سينحصر أثره في إثارة اهتمام الوسط الأكاديمي فحسب؟ هذا هو السؤال الرئيس الذي يكافح الباحثون والمسؤولون الرسميون عن الصحة العامة للإجابة عليه. هناك تطوران مقلقان غذيا مخاوفهم مؤخرًا، أولهما: تلميحات جديدة حول ظهور الفيروس بانتشار محدود من شخص إلى آخر؛ وثانيهما: مؤشرات على اتساع نطاقه الجغرافي.

وقد حثَّت منظمة الصحة العالمية ـ في الأسبوع الأول من ديسمبر 2012 ـ على ضرورة توسيع نشاط مراقبة الفيروس المسمى «بيتاكورونا فيروس2 سي» EMC/2012، بكافة دول العالم، مع التشديد على رصده بكافة تجمعات حالات الالتهاب الرئوي الحاد، خاصةً لدى العاملين بالحقل الصحي. ويقول المختصون في علم الأوبئة إنَّ التهديد الغامض الذي يشكله هذا الفيروس يتطلب مراقبته عن كثب، وذلك بإجراء التحقيقات، ومكافحة ظهور أي تجمع جديد لحالات إصابة بشرية، التي قد تدل على أنَّ الفيروس قد تأقلم للانتشار بين الناس بسهولة.

أمَّا عن الظهور الأول للفيروس التاجي، فقد تم الإبلاغ عن أولى حالات الإصابة به في العشرين من شهر سبتمبر الماضي. وتسبب الإصابة بهذا الفيروس ظهور التهاب رئوي حاد، وفشل كلوي. هذا.. وتجاوزت نسبة الوفيات 50 % في التسع حالات التي اكتشفت، وتمَّ تأكيدها حتى الآن. يقول ديفيد هيمان، رئيس وكالة حماية الصحة البريطانية، والرئيس السابق لبرنامج الأمراض السارية بمنظمة الصحة العالمية خلال فترة انتشار وباء «سارس» عام 2003 ،الذي تسبب فيه فيروس تاجي مختلف: «إنه مرض خطر للغاية، ويشبه ـ إلى حد كبير ـ مرض إنفلونزا الطيور (H5N1) من حيث درجة خطورته». ويؤكد هيمان أنَ الفيروس التاجي الذي اكتشف مؤخرًا، ما زال محدودًا بمنطقة الشرق الأوسط، ولم يُظهر مؤشرات على سهولة انتقاله بين البشر.

«إنه مرض خطر للغاية، ويشبه إلى حد كبير إنفلونزا الطيور (H5N1) من حيث درجة خطورته»

وكانت منظمة الصحة العالمية قد أعلنت في شهر نوفمبر 2012 عن اكتشاف تجمع لأربع حالات منزلية للإصابة بالفيروس بالمملكة العربية السعودية، انتهت حالتان منها بالوفاة. كما أُجْرِيت لاحقًا اختبارات استرجاعية للكشف عن الإصابة بالفيروس التاجي في عينات تمَّ أخذها من تجمع لإحدى عشرة حالة لأشخاص كانوا قد أدخلوا المستشفى للعلاج من أعراض تنفسية خطرة في الأردن في أبريل 2012. وقد كشفت هذه الاختبارات عن وجود الفيروس في حالتين فتّاكتين. وهكذا، تعيد هذه الحادثة تاريخ اكتشاف الظهور الأوَّل للفيروس التاجي إلى عدة شهور سابقة، وهي بمثابة الدليل الأول الذي يطرح احتمال الإصابة بالعدوى خارج المملكة العربية السعودية، وقطر.

وبرغم إمكان تفسير الإصابة بعدوى مستقلة من الحيوان نفسه، أو المصدر البيئي، إلَّا أنَّ مثل هذه التجمعات للإصابة بالفيروس دائمًا ما ترفع من احتمال انتقال الفيروس بين البشر. وبما أن المرض لم ينتشر بشكل أوسع، فذلك يعني أن انتقال الفيروس من شخص إلى آخر ـ إن وقع بالفعل ـ لا بد أن يكون بواسطة اتصال قريب. وبرغم ذلك، فإنَّ اكتشاف المرض في الأردن، وتشخيص تلك الحالات السابقة، يشير إلى تطور وبائي مهم ويطرح إمكانية تسرب حالات عدوى بالفيروس لبلدان أخرى، لم يتم تشخيصها.

يقول هيمان إنَّ ما نحتاجه الآن هو تبني النهج الوبائي الميداني القديم الجيد؛ إذ هو النهج الذي نجح في مكافحة داء «سارس». وينبغي على المختصين في علم الأوبئة التحدث مع عائلات الأشخاص الذين أُصيبوا بالعدوى، ومع جيرانهم كذلك؛ ومحاولة الوصول إلى كافة الأشخاص الذين اتصل بهم المصابون، والبحث عن أيَّة أعراض لديهم، وإجراء الاختبارات التشخيصية؛ للكشف عن وجود الفيروس لديهم؛ ثم عزلهم إذا تبيَّنت إصابتهم بالعدوى؛ لكبح انتشار الفيروس.

سارع الباحثون ـ ومن بينهم كريستيان دروستن، مدير معهد علم الفيروسات بمركز جامعة بون الطبي بألمانيا ـ إلى تطوير اختبارات تشخيصية؛ لتحديد الإصابة بالفيروس التاجي لدى الأشخاص أو العينات[1،2]. وباشرت سلطات صحية قومية عديدة استخدام هذه الاختبارات التشخيصية. ويشير دروستن، وفق استقصاء أُجْرِيَ بأوروبا، إلى استجابة سريعة ولافتة في استخدام هذه الاختبارات.

وقد ساعدت فرق عمل منظمة الصحة العالمية، ومن مركز الوقاية ومكافحة الأمراض (CDC) الأمريكي في أتلانتا بولاية جورجيا، عددًا من دول الشرق الأوسط لتعزيز المراقبة. وفي موسم الحج الأخير في شهر أكتوبر 2012، كانت المملكة العربية السعودية وباقي الدول ـ

NATURE.COM
للجدول الزمني لحالة فيروس «الكورونا»، انظر:
go.nature.com/xtr5wj

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التي وفد منها ملايين الحجاج ـ على أهبة الحذر الشديد قبيل عودة الحجاج إلى بلادهم، مما قد يشكل فرصة مواتية لانتشار الفيروس عالميًّا.

وإلى جانب جهود المراقبة الفورية، من شأن زيادة جهود رصد الأجسام المضادة للفيروس التاجي في تجمعات سكانية أوسع، أن تسهم في تحديد نسبة الوفاة الحقيقية. فمن المتوقع أن تنخفض نسبة الوفاة الحالية، مثلاً، إذا تبيَّن وجود أجسام مضادة للفيروس التاجي لدى عدد كبير من الأشخاص بمحيط المصابين بالمرض، ولكن دون ظهور أيَّة أعراض خطرة لديهم.

وحاليًا تُلقي الدراسات المخبرية الضوء على الفيروس نفسه. وقد أظهر فريق عمل، يضم دورستن، مؤخرًا أنَّ هذا الفيروس التاجي يختلف عن الفيروس التاجي الذي سبب مرض «سارس» بجوانب مهمَّة[3]، إذ بما أنَّ فيروس «سارس» يرتبط بمُسْتَقْبِل «ACE-2» في الخلية البشرية بمنطقة الرئتين، فإنَّه يسبب اعتلالًا خطيرًا بالجهاز التنفسي السفلي، لكن يصعب التقاطه بالجهاز التنفسي السفلي، كما أنَّ فيروس «سارس» لا ينتشر بسهولة بالسعال، أو العطس. أما الفيروس التاجي الجديد، فقد حدد الباحثون أنَّه لا يرتبط بمستقبل «ACE-2»، لكنهم امتنعوا عن التفصيل حول المُسْتَقْبِل الذي يستخدمه الفيروس التاجي الجديد، حيث سيتم ذلك في نشرة منفصلة لاحقة، إلا أنَّ لاستبعاد مُسْتقبِل «ACE-2» آثارًا عملية وفورية وفق قول دروستن، حيث لن تجدي كافة الكواشف والاستراتيجيات العلاجية ـ التي تم تطويرها سابقًا لمكافحة فيروس «سارس» ـ نفعًا في هذه الحالة.

ووجد الفريق البحثي نفسه أنَّ الخلايا المأخوذة من الخفافيش، والخنازير، والبشر، قد تكون عرضةً لتلقي عدوى الفيروس التاجي في التجارب المخبرية. ويطرح هذا الاكتشاف احتمال كونه «متناوبًا بين الثدييات» حسب قول دروستن، أي أنَّ العدوى قد تنتقل بين الفصائل الثديَّة، لكن لا بد من الحذر في استقراء هذه الاستنتاجات التي تمَّ التوصل إليها في ظروف المختبر، وإسنادها إلى ظروف الحياة الحقيقية.

كما تمَّ الكشف عن مزيد من الألغاز على يد إيان ليبكين (Ian Lipkin)، وهو «صائد فيروسات» معروف من جامعة كولومبيا في نيويورك، تمَّت استضافته من قبل الحكومة السعودية في شهر أكتوبر 2012 لدراسة الحالات الأولى هناك. وقد أفصح ليبكين لـ«نيتشر» بأنَّه إكتشف وجود تسلسلات وراثية جزئية لفيروسات تاجية تمَّ عزلها من الخفافيش، تتطابق مع الفيروس التاجي الذي وُجِد لدى البشر. ويقول ليبكين: «إنَّ هذه النتائج تُنَبِّهُنا حول ما يتعلق بالمصدر الأصلي لهذا الفيروس».

ولم يتم استيضاح السبيل الذي يسلكه الفيروس التاجي لإصابة البشر بالعدوى، إذ قد ينتقل عبر جسم حيوان مضيف وسيط ـ على سبيل المثال ـ أو قد يكون عبر تناول الغذاء الملوث بفضلات الخفافيش، أو فضلات حيوانات أخرى مصابة بالعدوى. وللكشف عن هذا الأمر، يقول ليبكن: « نحتاج إلى البحث على امتداد عدة شهور». ويأمل ليبكن بأن يرسل قريبًا طاقمًا إضافيًّا للعمل إلى جانب زملائه الذين يعملون في المملكة العربية السعودية. ■

1. Corman, V. M. *et al. Euro Surveill.* **17,** 39 (2012).
2. Corman, V. M. *et al. Euro Surveill.* **17,** 49 (2012).
3. Müller, M. A. *et al. mBio* **3,** e00515-12 (2012).

المواد

لقطات نادرة لانفجار جسيم نانوي

الاحتراق يساعد في صناعة مواد متناهية الصغر.

يوجين صامويل رايش - بوسطن

لُوحِظ في العرض الأول لفيلم عن تفاعل كيميائي شديد الانفجار أنْ تحركت قطرة مجهرية عبر الشاشة ـ كما يحدث مع ماسورة البندقية المتحركة بأفلام جيمس بوند ـ ثم انفجرت!

وقد أُخِذَ العلماء الذين كانوا يراقبون المشهد مؤخرًا في اجتماع لجمعية أبحاث المواد (MRS) في بوسطن، ماساتشوستس، ذلك لأن فَناءَ القطرة كان أيضًا إحداثًا خلاقًا.

التقطت كاميرا لوتز مادلِر ـ مهندس كيميائي بجامعة بريمن بألمانيا ـ ولأول مرة عملية تصنيع بديعة لجسيمات نانوية متجانسة لأكسيد فلزي (انظر «الانفجار»). يهدف مادلِر إلى أن يُمهِّد لطُرق أسهل، وأقل كُلفة؛ لجعل هذه الشظايا من المادة ـ بحجم واحد من المليار من المتر ـ لاستخدامها كمحفز، وكمسبار تصوير طبي، وغير ذلك.

كانت فقرة مادلر في الجلسة الأولى لمؤتمر جمعية أبحاث المواد (MRS) مخَصَّصة للتخليق بالاحتراق لجسيمات نانوية. تَهدف هذه التقنية إلى تحسين عملية تصنيع الجسيمات النانوية، التي تتطلب عمومًا عدة خطوات معقدة من سلائف (precursors) مُكلفة. والحل لدى مادلر وآخرين يَكْمُن في تصنيع الجسيمات بكميات كبيرة من خلال إشعال قطرات صغيرة من مواد السلائف. اسْتُخْدِمت تلك الاستراتيجية في الصناعة لعقود في تصنيع كربون الإطارات الأسود، وسيليكات الألياف الضوئية.

يقول سوتيريس براتسينيس، مهندس المعالجات (الكيميائية) بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا بزيورخ (ETH): «إن هذا المجال قد تَفرَّع من الصناعة، ولم يتم تتبعه في الجامعات»، مشيرًا إلى أن «تلك الدراسات أساسية بديعة».

وتهدف أبحاث مادلِر إلى أن تتخطى عقبة رئيسة في التخليق بالاحتراق، وهي أن العملية غير مفهومة إلى حد ما، مع صعوبة التحكم فيها. وقد طوَّر مادلر في عام 2002 ـ بالتعاون مع براتسينيس ـ طريقة لإنتاج جسيمات نانوية لأُكسيد فلزي، عن طريق حرق متراكبات عضوية فلزية ذائبة في مذيبات عضوية. (L.Mädler *et al*. *J*. *Aerosol Sci*. **33**, 369–389; 2002)، وطُبِّقَ هذا المنهج بشكل جيد في المختبر، لكن المُكوِّنات كانت عالية الكُلفة بالنسبة لمعظم التطبيقات التجارية. أصَّر مادلر على تفكيك العملية على نحو يُمَكِّنُه من تكرارها باستخدام سلائف أقل كُلفة، مثل فلزات النيترات التي يمكن إنتاجها مباشرة من مواد خام.

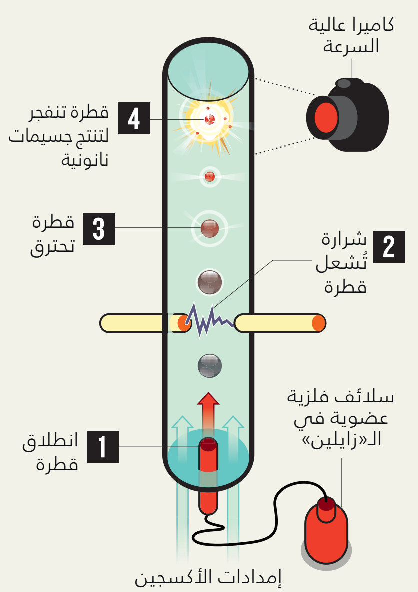
وتُنتج فلزات النيترات حاليًا جسيمات نانوية غير متجانسة، غالبا ما تكون مُجَوَّفة من الداخل، لكن مادلر يقول إن الفيديوهات السريعة التي التقطَها تَكشِفُ عن كيفية تَيَسُّر الحصول على تجانس أعلى للجسيمات، من خلال مزج العمليات أثناء احتراق القطرات العضوية. يقول كارستِن ويجنر، مهندس عمليات واستشاري لدى المعهد الفيدرالي السويسري بزيورخ: «تلك المنهجية يجب أن تساعد الباحثين على اختيار سلائف وإضافات أفضل لتحسين عمليه الإحتراق لإخراج منتجات نهائية ذات جودة أعلى». ويضيف قائلاً إن عددًا متزايدًا من الشركات الكيميائية يستشير ويجنر بخصوص وسائل لتوسيع نطاق عمليات التخليق بالإحتراق، كما يتزايد باضطراد مدى الجسيمات النانونية التي تريد الشركات تصنيعه على نطاق واسع.

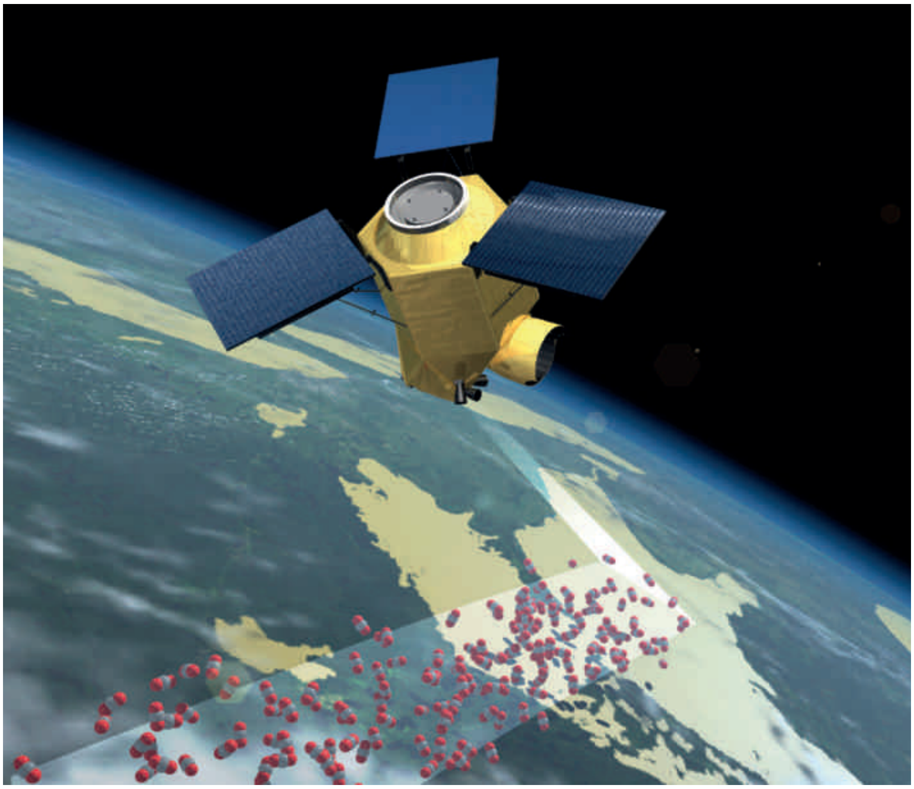
وبينما تستكشف الصناعة مدى الجاذبية التجارية لتلك التقنية، يتجه الباحثون إليها لتصنيع جسيمات نانونية متخصصة، يمكن تكييفها في مجالات التصوير الطبي والاستشعار ودراسات السُّمِّية. يستخدم إيان كينَدي ـ مهندس ميكانيكا بجامعة كاليفورنيا في ديفيز ـ الاحتراق لتصنيع جسيمات نانونية تحتوي على عنصر اليوربيوم الغريب وباهظ الثمن، ذي الوميض الفسفوري الشديد. ووصف كينِدي في اجتماع لجنة أبحاث المواد كيف أن ربط جسم مضاد بالجسيم يحوله إلى كاشفٍ لسُمِّيات بيئية وبيولوجية. تقول مارجريت وولدريدج، مهندسة كيميائية تبحث في التخليق بالاحتراق بجامعة ميشيجن في آن آربور: «إن هذه مواد غريبة لم تُصنع بتلك الطريقة من قبل».

بيد أن القطرات المتفجرة ليست شيئًا جديدًا في حد ذاتها، حسب كنيدي؛ فقد درسها في وقود الديزل في السبعينات، لكن تقنيات التصوير ـ مثل تلك التي طورها مادلر ـ ستُعطي علماء المواد فهمًا أفضل للكيفية التي تؤثر بها الانفجارات على خصائص المواد الناتجة. تقول وولدريدج: «هذا المجال هو جسر بين أبحاث الاحتراق وعلوم المواد»، وتضيف: «إنه مجال متنامٍ، وكثير من الشباب يدخلونه». ■

الانفجار

انفجار قطرات لإنتاج جسيمات نانونية عالية الجودة





ASTRIUM

نقص تمويل وكالة الفضاء الأوروبية بمثابة أنباء سيئة إلى القمر الاصطناعي «كربون سات»؛ في مهمته التي تهدف إلى تتبع غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

تمويل

موازنــة الفضاء تعصف بعلم المنــاخ

الصعوبات الاقتصادية تجور على برنامج وكالة الفضاء الأوروبية لرصد الأرض.

إدوين كارتليدج

كانت حصيلة مفاوضات موازنة وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) بالنسبة إلى مسؤولي الفضاء الأوروبيين أفضل مما كان متوقعًا، في ضوء الاضطرابات الاقتصادية التي تعاني منها القارة، لكن بالنسبة إلى رئيس قسم أرصاد الأرض بالوكالة، فولكر ليبيج، كانت هناك خدعة في الاتفاق. فالموازنة المُقَرَّة لعدة سنوات من قبل الدول الأعضاء ـ التي تنقص نحو 2 مليار يورو من المبلغ المقترح من قِبَل الوكالة لنفقاتها (حوالي 12 مليار يورو) ـ قد تجبره على تأجيل أو إلغاء بعثة تهدف إلى استجلاء مصارف الكربون الغامضة التي تبطئ ارتفاع غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض.

وقبل مفاوضات الموازنة في نابولي بإيطاليا، التي جرت في 20-21 نوفمبر 2012، كان ليبيج يأمل في تأمين نحو 1.25 مليار يورو لأقمار اصطناعية بحثية جديدة. ومع مجيء إسهام إيطاليا وفرنسا وأسبانيا ـ الأقل من المتوقع ـ تلقى ليبيج 1.9 مليار يورو لمشروعات رصدية للأرض. بيد أن تخصيص 808 ملايين يورو سلفًا لجيل جديد من أقمار التنبؤ بالطقس، ترك له أكثر قليلا من مليار يورو للبعثات البحثية. يقول ليبيج: «يجب أن نتناقش مع العلماء في الأسابيع القليلة المقبلة حول ما يجب القيام به»، ويستدرك: «لكننا لن نكون قادرين على تطوير جميع الأقمار العلمية التي كنا نريدها».

إن الأكثر تضررا ـ كما يقول ـ هي بعثة عن تغير المناخ، بتكلفة 250 مليون يورو، حيث كان مقررًا إطلاقها في 2018. أحد فرسي الرهان على البعثة، هو القمر الاصطناعي «كربون سات» CarbonSat، الذي سيرسم خريطة لتركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان في الغلاف الجوي بدقة عالية كافية؛ لاستقصاء لغز طال غموضه: لماذا يتبقى نحو نصف ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الأنشطة البشرية فقط في الجو؟ يفترض العلماء أن البقية تُمتص ـ إلى حد كبير ـ من قبل المحيطات والنباتات، لكن محطات الرصد الأرضية قليلة جدا، ومتباعدة لتحديد هذه المصارف.

والأقمار الاصطناعية يمكن أن تملأ الأجزاء الناقصة في الصورة، لكن في أبريل الماضي فقدت الوكالة الأوروبية الاتصال مع القمر الاصطناعي «إنفيسات» Envisat، وهو القمر الاصطناعي الوحيد الذي كان يقدم مثل تلك البيانات (انظر «نيتشر» **484**،423–424، 2012). ولن يحدد أيٌّ من القمر الاصطناعي الياباني لمراقبة غازات الاحتباس الحراري الموجود حاليًا، ولا قمر وكالة ناسا الاصطناعي المداري راصد الكربون2- (OCO-2) المقرر إطلاقه في 2014، خريطة تركيزات غازات الاحتباس الحراري بشكل تفصيلي كما يفعل «كربون سات»، الذي سوف يمسح الكرة الأرضية كلها بدقة 4 كيلومترات مربعة. يقول ديفيد كريسب، رئيس الفريق العلمي لقمر وكالة ناسا الاصطناعي المداري، راصد الكربون 2- من مختبر الدفع النفاث بوكالة ناسا في باسادينا، كاليفورنيا: «إن المعلومات التي سيجمعها ضرورية لتطوير وتنفيذ ومراقبة سياسات غازات الاحتباس الحراري المنبعثة». ويضيف كريسب: «ينبغي أن يكون إطلاق هذا القمر الصناعي في الوقت المناسب من بين أهم الأولويات لوكالة الفضاء الأوروبية».

وسيساعد أيضا القمر الاصطناعي «فليكس» FLEX ـ منافس «كاربون سات» ـ في تمويل وكالة الفضاء الأوروبية، في استجلاء مصارف الكربون عن طريق قياس الإشعاع الخافت الذي تولده النباتات أثناء عملية البناء الضوئي، أي قياس مدى فاعليتها في امتصاص الكربون. يقول كريسب: «إن آخر شيء نريد القيام به هو تدمير الغابات، أو أي شيء يمتص ما يقرب من نصف ثاني أكسيد الكربون الذي نطلقه»، ثم يردف متسائلا: «أليس من الأفضل أن نعرف أين تحدث هذه العمليات؟».

ومع ذلك.. كانت هناك أخبار أفضل لبرامج وكالة الفضاء الأوروبية الأخرى. وكانت منصة إطلاق الصاروخ الأوروبي إريان 5 ـ وهي الأكثر تكلفة من منافساتها ـ بؤرة نقاش مشحونة، فألمانيا تطرح تحسينًا أكثر قوة وتعددًا في الاستعمال، بينما فرنسا رأت أنه سيكون من الأفضل الانتقال مباشرة إلى منصة اقتصادية جديدة. وبعد مداولات امتدت لوقت متأخر ليلاً، قرر الوزراء تمويل كلا التصميمين على مدار العامين القادمين، واستعراض التقدم الذي سوف يتم إحرازه في هذا الصدد عام 2014.

وتوصلوا أيضًا إلى اتفاق بشأن كيفية دفع إسهام أوروبا في تشغيل المحطة الفضائية الدولية بين 2017 و2020. وسوف تتم تغطية التكاليف بشكل عيني، حسب خطة يدعمها الألمان لتوفير أنظمة الدفع وإلكترونيات الطيران لسفينة الفضاء «أوريون» التابعة لوكالة «ناسا». كما وافقت وكالة الفضاء الأوروبية على مشاركة روسيا في بعثتيها التوأمتين «إكسومارس» ExoMars ـ وهو برنامج طموح لمسبارات مدارية وهابطة ـ المقرر إطلاقهما في عام 2016، وعام 2018. وكانت وكالة «ناسا» قد انسحبت من المشروع في وقت سابق من هذا العام.

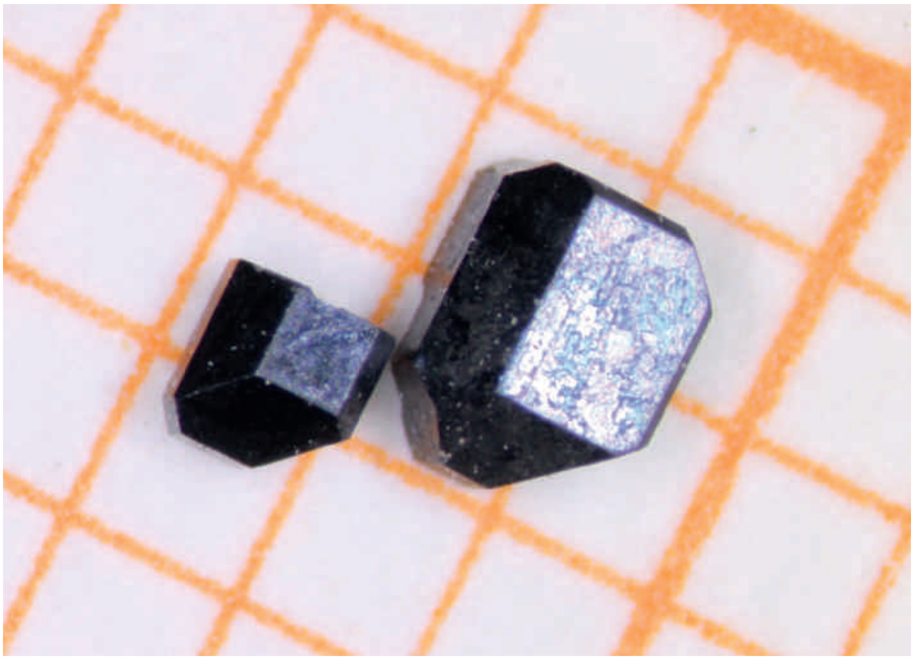
يواجه برنامج وكالة الفضاء الأوروبية العلمي أزمة.. إذ إنه سوف يتلقى 508 مليون يورو سنويا لفترة خمس سنوات من 2013 ـ 2017. وعلى الرغم من أنه أعلى قليلاً من تمويل عام 2012، البالغ 480 مليون يورو ـ بفضل إسهامات الدولتين العضوتين الجديدتين: بولندا، ورومانيا ـ إلا أنه بعد أخذ التضخم في الاعتبار؛ سيخصم من تلك المبالغ بشكل كبير. يقول ويلي بنز من جامعة بيرن، ورئيس اللجنة الاستشارية للعلوم بوكالة الفضاء الأوروبية إن هذا قد يجبر الوكالة على تأخير مهمة كبيرة في المستقبل؛ كإلغاء تمديد بعثات لمسبارات موجودة بالفعل، أو إلغاء البعثات الصغيرة.

يعتقد بنز أن برنامج العلوم حصل أقل من المتوقع لأن الإنفاق يتم توجيهه في الأوقات الاقتصادية الصعبة نحو مزيد من الأنشطة التي يمكن أن تعزز الصناعة مباشرة، مثل تصميم وبناء منصات إطلاق جديدة.

في النهاية، يقول بنز: «أود أن أقول إن حصيلة الموازنة كانت أفضل ما أمكن الحصول عليه في ضوء الظروف الاقتصادية»، ثم يستدرك: «لكن إذا خُفِّضت الموازنات في برامج العلوم، فأنت بذلك توقف العلوم. هناك فقط الكثير يمكنك التوفير من خلاله، كالحد من السفر، أو عدم إجراء مكالمات هاتفية». ■

NATURE.COM
للمزيد عن الاجتماع الوزاري بوكالة الفضاء الأوروبية، انظر:
go.nature.com/dinqbk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



JOHNPIERRE PAGLIONE

رغم أنها عازلة داخليًّا، يمكن لبلورات سداسي بوريد الساماريوم توصيل الكهرباء سطحيًّا.

فيزياء المواد المُكثّفة

آمـال جديدة في التوصـل إلى العازل العجيـب

نتائج أبحاث ثلاث فرق تقدم حلًّا للغز عمره أربعون عامًا.

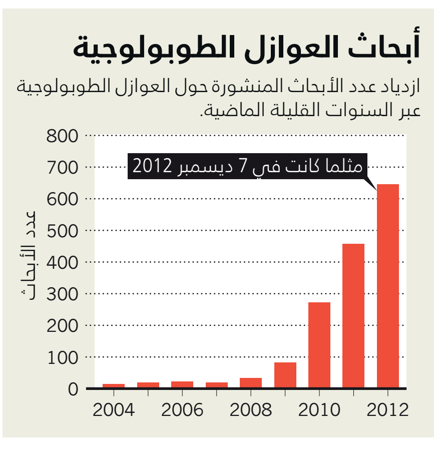
يوجين صامويل رايش

مركّب طالما حيّر سلوكه الكهربائي الشاذ الفيزيائيين لعقود، ينقلب إلى نعمة للفيزياء الكمية ومنتجي الأجهزة الإلكترونية.

افتتن الفيزيائيون عندما افترض المُنَظِّرون في عام 2005 إمكانية وجود مواد يمكنها توصيل الكهرباء عند السطح، بينما تسلُك بداخلها سلوكًا كعازل. أراد الفيزيائيون دراسة التأثيرات الكمية التي ينبغي أن تنشأ بداخل تلك المواد، واستكشاف تطبيقاتها في الإلكترونيات منخفضة الطاقة، وفي الحوسبة الكمية، ولكن بُرهن بقسوة على صعوبة صناعة العوازل الطوبولوجية topological insulators، وهو الاسم الذي أطلق على تلك المواد. من ناحية أخرى.. كدح بعض الباحثين لإنتاج رقائق أو أغشية رفيعة (thin films) باستخدام تقنيات معقدة، لا يرجح أبدًا توسيع نطاق إنتاجها إلى مستويات مرغوبة لأغراض صناعية. واكتفى آخرون بمركبات تقارب العوازل الطوبولوجية، لكنها ما زالت تملك درجة من التوصيل الداخلي.

ومؤخرًا، وجدت ثلاث دراسات[1-3] أن مركب سداسي بوريد الساماريوم ـ وهو مركب لا يُعرف عنه الكثير، واكتشف الباحثون بمختبرات بيل في نيوجيرسي لأول مرة خواص توصيلية له عند درجات حرارة شديدة الانخفاض[4] في عام 1969 ـ قد يكون في الواقع عازلًا طوبولوجيًّا في شكله الإجمالي. وفي أحدث دراسة نشرت يوم 28 نوفمبر الماضي[1] في هذا السياق، أفاد باحثون بجامعة كاليفورنيا في إيرڤاين برؤية إلكترونات تتحرك بسرعة ملحوظة على سطح بلورات سداسي بوريد الساماريوم (SmB_6)، وأخذوا ذلك كإشارة لتوصيف المركب كموصل سطحي فائق.

وقبل ذلك بخمسة أيام، نشر باحثون بجامعة ميريلاند، في كوليج بارك، تقريرًا حول قياسات تتبع مسار الإلكترونات المحقونة بعينات سداسي بوريد الساماريوم عندما تم تبريدها[2]. وتشير تلك النتائج إلى أن المادة تصبح عازلة من الداخل عند درجات حرارة أقل من 30 كِلفنًا. ويصف بحث نُشر في 21 نوفمبر الماضي[3] لعلماء بجامعة ميتشيجن في آن آربر وجامعة كاليفورنيا في إيرڤاين قياسات التوصيلية عبر سطح وكتلة المادة، ووجدوا إشارات لاستمرار سلوك التوصيل السطحي على الرغم من العيوب والشوائب، كما هو متوقع من عازل طوبولوجي حقيقي.



SOURCE: ISI WEB OF SCIENCE

أدى تدفق الاهتمام بالعوازل الطوبولوجية خلال السنوات القليلة الماضية (انظر: «أبحاث العوازل الطوبولوجية») إلى تنبؤ في عام 2010 بأن سداسي بوريد الساماريوم يمكن أن يكون تلك المادة[5]. يقول پيرز كولمان، الأستاذ بجامعة رتجرز في نيوجيرسي، وأحد الفيزيائيين النظريين الأربعة وراء تلك النبوءة: «لقد أُنصفنا، ولو مؤقتًا .. وإننا لفي غاية السعادة بتلك النتائج الجديدة».

خصائص البرودة

نما التنبؤ جزئيًّا من خلال دراسات المواد المعروفة بـ«عوازل كوندو» التي تحتفظ بنسبة ضئيلة من القدرة التوصيلية التي حققتها عند تبريدها إلى درجات حرارة تقترب من الصفر المطلق، بعكس العوازل التقليدية. ويصنف مركب سداسي بوريد الساماريوم غالبًا كعازل من عوازل كوندو، مطابق لما تم وصفه.

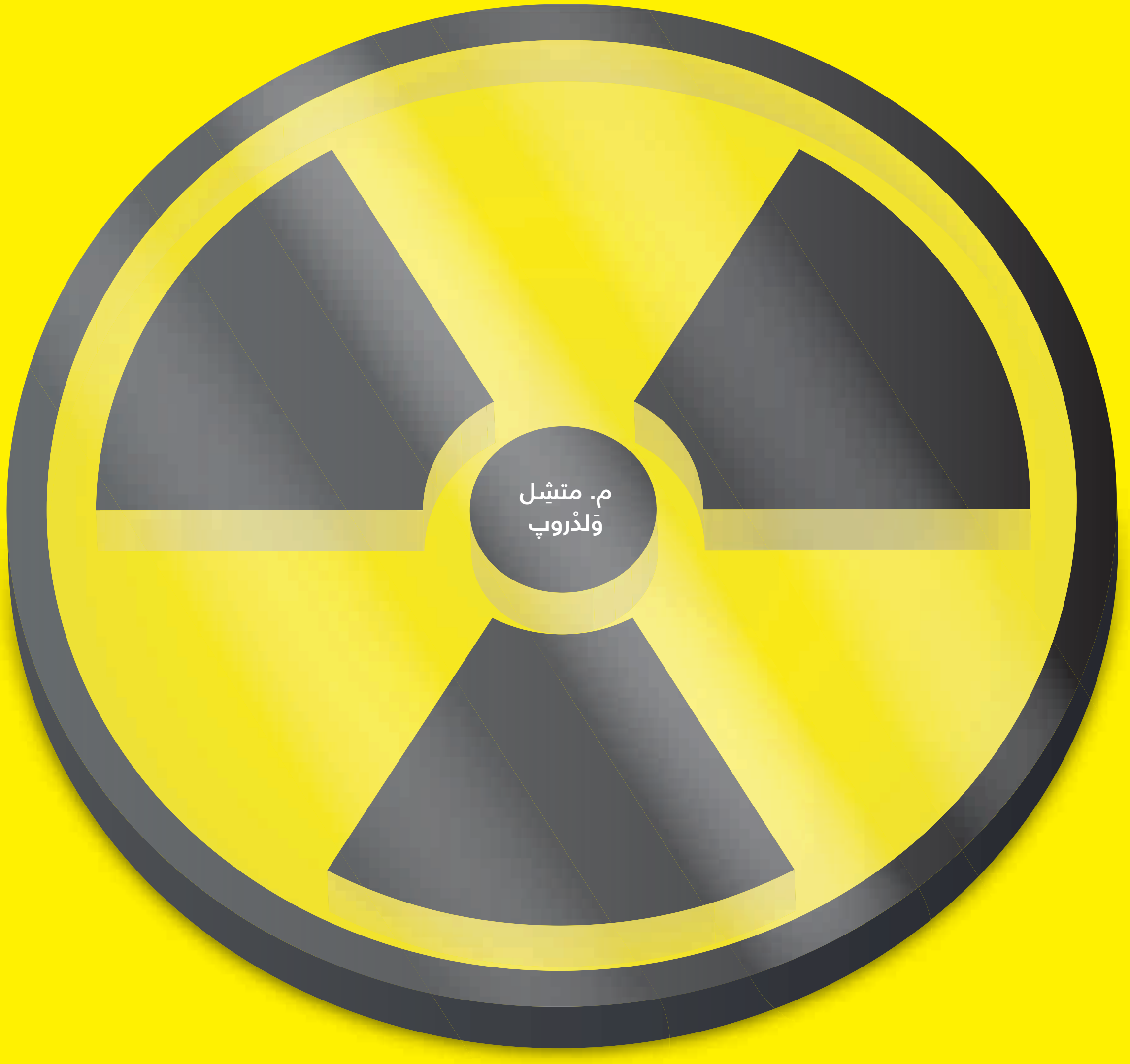
أدرك كولمان ومُنظِّرون آخرون أن سلوك المادة سيكون منطقيًّا، إذا كان عازلًا طوبولوجيًّا. وهذا يعني أن الخواص الكمية للمادة يمكن توضيحها بأن الإلكترونات لا تتدفق بحرية كما تفعل في حالة المُوصل التقليدي إلا عند سطح المادة. فكر كولمان أنه إذا أمكن إثبات صحة تلك الفكرة، فإن تلك الرؤى المستقاة من سداسي بوريد الساماريوم وعوازل كوندو الأخرى يمكن إسقاطها على كل العوازل الطوبولوجية.

وسداسي بوريد الساماريوم عازل طوبولوجي غير اعتيادي، لأن إلكترونات المستوى الخارجي بذرات الساماريوم تتفاعل مع بعضها بقوة، بحيث تنبثق عنها حركة متناسقة. يقول شوتشنج چانج ـ باحث بجامعة ستانفورد بكاليفورنيا، وله أبحاث رائدة حول العوازل الطوبولوجية ـ إن ذلك قد يجعل تلك المادة مفيدة لتخليق خواص كمِّية شاذة، بما في ذلك أحادية القطب المغناطيسي، أو فيرميونات ماجورانا، وهي «أشباه جسيمات أولية» مفيدة في الحوسبة الكمية. ويعتقد زانج أن الاهتمام الصاخب بسداسي بوريد الساماريوم يعود إلى اتجاه جديد نحو دراسة إلكترونات المواد التي تتفاعل بقوة مع بعضها البعض. ويقول: «ننظر الآن إلى عدد من المنظومات. إنه تطور مثير للغاية».

ويقول بيتر أرمياتج ـ الباحث في سلوكيات العزل الطوبولوجي لمركّبات البيزموث بجامعة هوبكنز بلتيمور، ميريلاند ـ إن التجارب عادة ما تسبق النظريات في مجال فيزياء المواد المُكَثّفة، ولكن حالتنا تلك مثال للنقيض. وهو يأمل في بدء تجارب على سداسي بوريد الساماريوم قريبًا؛ لدراسة حالات (توصيل) السطح، والتثبت منها. يقول أرمياتج: «إنها تأثيرات رائعة، تلك التي كانت مختبئة تحت أنوفنا. إنه تقدم كبير للغاية». ■

1. Botimer, J. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1211.6769 (2012).
2. Zhang, X. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1211.5532 (2012).
3. Wolgast, S. *5 al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1211.5104 (2012).
4. Menth, A., Buehler, E. & Geballe, T. H. *Phys. Rev. Lett.* **22,** 295–297 (1969).
5. Dzero, M., Sun, K., Galitski, V. & Coleman, P. *Phys. Rev. Lett.* **104,** 106408 (2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



مفاعلات راديكالية

على مدى عقود، هيمن تصميم واحد على المفاعلات النووية، بينما تُرِكَت جانبًا خياراتٌ ذات إمكانات أفضل. وربما حان الوقت الآن لتصاميم بديلة.

في عام 2000، حينما كان كيرك سورنسن مهندسًا بوكالة «ناسا»، ينظر في خيارات إنتاج الطاقة النووية للمستوطنات على سطح القمر مستقبلًا، عثر على كتاب يضع مواصفات مفاعل الملح المنصهر كمصدر للطاقة، حيث كان الوقود النووي فيه سائلًا.

بدا الأمر غريبًا، كما يقول سورنسن. حيث إن كل مفاعل سمع عنه في أي وقت مضى استخدم شكلًا من أشكال وقود اليورانيوم الصلب، بدءًا بمفاعلات «الماء الخفيف» التي تهيمن حاليًا على صناعة الطاقة النووية. وقد بيَّن الكتاب أن تقنية الملح المنصهر تم عرضها قبل نحو ثلاثة عقود في مختبر «أوك ريدج الوطني» بولاية تينيسي، وأن الوقود الذي يحتوي على اليورانيوم السائل، أو «الثوريوم»، أتاح مزايا كبرى.. فمفاعلات الملح المنصهر ستكون منيعة إزاء الانصهار الكارثي، وعلى سبيل المثال.. بدلًا من إنتاج نفايات نووية ملوثة بالبلوتونيوم وغيره من النظائر المشعة طويلة الأجل، يمكنها أن تدمر معظم تلك النظائر بالكامل تقريبًا.

يقول سورنسن إن لائحة المزايا كبرت أكثر وأكثر.. ففكرة الملح المنصهر «كانت كفيلة بأن تحل كل مشكلات الطاقة النووية تقريبًا بطريقة بديعة، بل أكثر إبداعًا من مفاعلات الماء الخفيف». ويتساءل قائلاً: «إذن لماذا لم نفعل ذلك بهذه الطريقة في المقام الأول؟»

ظل كثير من الناس يسألون هذا السؤال في العقد الماضي، وليس فقط عن مفاعل الملح المنصهر، إذ إن تلك التقنية بالتحديد تم التخلي عنها في عام 1976، بسبب الأجندات المتصارعة داخل برنامج الأبحاث بالولايات المتحدة، لكنها كانت مجرد واحدة من عدة تقنيات بديلة طُرحت جانبًا أثناء الانطلاقة الأولى لتسويق الطاقة النووية. وتشمل التقنيات الأخرى المفاعلات «السريعة» التي كانت أيضًا ستحرق النفايات النووية، ومفاعلات الحرارة العالية التي كان من شأنها أن تأخذ جزءًا ضخمًا من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن طريق توليد حرارة بلا كربون (تستخدم) للصناعة. وكان يمكن لتلك التقنيات البديلة القضاء على معظم ـ أو كل ـ عيوب الطاقة النووية، لكنها لقيت اهتمامًا غير كثيف من الباحثين على مدى عقود، والفضل في ذلك يعود إلى تغير الأجندات باستمرار ومستويات التمويل.

ربما يكون قد حان الوقت للتغيير.. فعلى مدى العقد الماضي، أثارت الحاجة إلى طاقة آمنة وخالية من انبعاثات الكربون ـ لا سيما بدول سريعة النمو كالصين ـ اهتمام الحكومة بالتقنيات النووية البديلة، بجانب جهود تجارية لإحياء وتسويق بعض التصاميم. ويعتقد المتفائلون أنه حتى الكارثة النووية بمشروع الطاقة في فوكوشيما دايتشي باليابان في عام 2011 ستعزز في نهاية المطاف سوق مفاعلات بديلة أكثر أمانًا.. من شركات مبتدئة كـ«فليبي للطاقة» Flibe Energy؛ التي أسسها سورنسن العام الماضي في هنتسفيل بولاية ألاباما؛ لتسويق مفاعل الملح المنصهر، إلى عمالقة الصناعة، مثل جنرال إليكتريك ـ هيتاشي للطاقة النووية، التي تطور مفاعلا تجاريا سريعا، تأمل الشركات أن تكون مستعدة.

إن إحياء التقنيات لن يكون سريعا أو سهلا. وعلى الرغم من أن التصاميم الأساسية وُضعت منذ عقود، إلا أنه يجب على المهندسين الذين يأملون أن يضعوها قيد التنفيذ أن يطوروا أشياء، مثل مواد مقاومة للإشعاع، ومبادلات حرارية أكثر كفاءة، وأنْ يحسِّنوا نظم السلامة. ويجب أن يثبتوا بعد ذلك

NATURE.COM
استمع للمزيد عن مفاعلات راديكالية عبر Nature's podcast:
go.nature.com/jqcno5

للجهات المنظمة أن كل هذه الأنظمة ستعمل. ويلخص هذه المسألة إدوين ليمان ـ محلل شؤون الأمن الدولي بـ«اتحاد العلماء المهتمين» في كمبريدج، بولاية ماساتشوستس بقوله: «إن المشروعات النووية صعبة». ويضيف ليمان قائلاً: «إنها مكلفة، وبطيئة، والمخاطر بها كبيرة جدًّا، لأن السلامة عامل مهم دائمًا». أما هؤلاء المعنيّون بها، فلديهم اقتناع بأن أفضل أمل لمستقبل الصناعة النووية هو استدعاء ماضيها. ويشير سورنسن إلى إلغاء برنامج الملح المنصهر، قائلاً: «لم يَقُلْ أحدٌ أبدًا: «ربما ارتكبنا خطأ ما؛ وربما ينبغي علينا إعادة النظر في ذلك القرار»».

الأسبق.. لا الأفضل

فرضت مفاعلات الماء الخفيف هيمنتها، لا لأنها كانت الأفضل، بل لأنها كانت الأسبق. فقد طورت أصلًا بأواخر أربعينات القرن العشرين، كمصدر طاقة صغير للسفن النووية والغواصات، وتم تكييف تصميم (مفاعل) الماء الخفيف وتكبيره خلال الخمسينات، عندما كانت الولايات المتحدة تسعى لوضع وجه سلمي للطاقة الذرية بإنشاء صناعة طاقة نووية تجارية. «الماء الخفيف» هو الماء العادي (H_2O)، الذي يتدفق عبر قلب المفاعل، يمتص حرارته، ويديره على التوربينات البخارية التقليدية التي تحول الحرارة إلى كهرباء (انظر: «دقائق وتفاصيل النووي»).

في نهاية المطاف، كان مفترضًا أن تكون تلك المفاعلات جزءًا من نظام أكبر، من شأنه سد الخلل في قصور أساسي، يتمثل في أنّ تَرْك أي مفاعل نووي وحده سوف يسمم نفسه بسرعة. إذ أثناء سير التفاعل المتسلسل، والوقود يتخلف منه المزيد من شظايا تبقى بعد انشطار ذرات اليورانيوم، وهذه بدورها تمتص المزيد من النيوترونات اللازمة للحفاظ على استمرار التفاعل. وربما بعد 18 شهرًا «يستنفد» الوقود وتجب إزالته، برغم أنه لا يزال يحتوي على كثير من طاقته الأصلية.

يقول وليم ماجوود المدير السابق لمكتب الطاقة النووية بوزارة الطاقة الأمريكية، وعضو «هيئة تنظيم الطاقة النووية» الأمريكية حاليًا: «لذلك.. كانت هناك دومًا رؤية أن تكون ثمة بنية تحتية لإعادة تدوير الوقود المستنفد، بما يسمح باستعادة مزيد من طاقة الوقود»، أي أن شبكة عالمية من محطات إعادة المعالجة ستأخذ الوقود المستنفد، وتستخلص كيميائيا المكونات التي لا تزال صالحة للاستخدام، وأغلبها يورانيوم-235، بالإضافة إلى بلوتونيوم-239 الانشطاري المتكون عندما يتم التقاط النيوترونات من قبل اليورانيوم-238 غير الانشطاري، ثم يتم تحويلها إلى وقود طازج للمفاعل. وقد كانت الخطة في الأساس هي الانتقال إلى جيل جديد من المفاعلات «الولودة»، المصممة لتعظيم إنتاج البلوتونيوم. وسوف تكون النفايات مجرد بقايا صغيرة نسبيًّا من نواتج انشطار مكثف، ويمكن التخلص منها في مدافن خرسانية تكون مصممة تصميمًا جيدًا.

أصبحت هذه الرؤية تمثِّل استراتيجية الولايات المتحدة الغالبة في الستينات من القرن الماضي وأوائل السبعينات، حسب قول ماجوود، إلى الحد الذي جعل السلطات تنهي كثيرًا من تمويل البحوث لتصاميم المفاعلات غير «الولودة»، بما في ذلك مفاعل الملح المنصهر. وانطلق المخطط.. حيث إنه من بين 437 مفاعلًا نوويًّا لإنتاج الطاقة التي تعمل حاليا في جميع أنحاء العالم، كان 356 مفاعلًا منها هي مفاعلات الماء الخفيف.

وفي مايو 1974، اختبرت الهند قنبلة نووية مصنوعة من البلوتونيوم المستخرج من وقود مفاعل. ووجب على الحكومات آنئذ في جميع أنحاء العالم مواجهة الحقائق الجيوسياسية، إذ إن إعادة المعالجة على نطاق تجاري واسع ستكون مدعاة لانتشار عشوائي للأسلحة النووية، لأن كل محطة إعادة معالجة سوف تتعامل مع بلوتونيوم يُستخدم في صنع القنابل بالطن، وعند ذلك.. كيف يمكن لمفتشي الطاقة الذريّة التيقن من أنه لا أحد قد حوَّل الـ4-6 كيلوجرامات اللازمة إلى سلاح؟

لذلك.. ففي أبريل 1977، حظر الرئيس الأمريكي جيمي كارتر من إعادة المعالجة تجاريًّا، ثم رفع الرئيس رونالد ريجان ذلك الحظر بعد عدة سنوات، لكن تكاليف المنشآت كانت عالية جدا، لدرجة أنه تم فتح مصنعين فقط لإعادة معالجة وقود المفاعلات تجاريا منذ ذلك الحين، وكلاهما في فرنسا. توقف البحث في المفاعلات «الولودة» إلى حد كبير، لأنها ـ على ما يبدو ـ لا تعني أي شيء دون إعادة المعالجة. وجد المهندسون أنفسهم قد تُركوا، ولديهم مشكلة معقدة، هي التخلص من النفايات؛ إذ سيتحتم عليهم عزل عشرات آلاف الأطنان من الوقود المستنفد لمئات السنين، وذلك لأن فترة عمر النصف للبلوتونيوم-239 هي 24100 سنة. ولا أحد حتى الآن عمل على كيفية ضمان العزل خلال هذا المدى الزمني. (انظر «نيتشر» **473**، 266-267؛ 2011).

في الوقت نفسه، جلبت السبعينات أيضًا غضبًا متزايدًا حول مسألة السلامة، فإذا ما انقطع تدفق المياه خلال مفاعل ماء خفيف، لأي سبب من الأسباب؛ ستصبح الحرارة محصورة في قلبه. وحتى لو تم إيقاف المفاعل من الناحية الفنية، يمكن لنواتج الانشطار أن تظل تنتج حرارة من التحلل الإشعاعي، كافية لصهر الوقود، وتسربه إلى البيئة. إن جميع مفاعلات الماء الخفيف بها أنظمة تبريد احتياطية للطوارئ، لكن ماذا لو فشلت هذه الأنظمة؟ وقد تحقق هذا الخوف في مارس 1979، عندما حدث فقدانٌ عارضٌ في المبرد؛ حدث على أثره انصهار جزئي بمفاعل محطة جزيرة «ثري مايل أيلاند» للطاقة النووية بالقرب من هاريسبرج بولاية بنسلفانيا. وتأكد ذلك الخوف دراماتيكيًّا في فوكوشيما، التي شهدت انهيارًا كاملاً في مارس 2011 (انظر مجلة «نيتشر» **483**، 138-140؛ 2012).

فرصة ثانية

خلق رد الفعل العام والسياسي بعد حادث «ثري مايل أيلاند» خفضًا في جهد الطاقة النووية بجميع أنحاء العالم، استمر لمدة ربع قرن. وألغت شركات الطاقة النووية خططها التوسعية، و ألغيت تقريبًا جميع طلبات مفاعلاتها، بل صارت الصناعة أكثر عزوفًا عن استكشاف تقنيات جديدة. يقول پير پيترسُن، المهندس النووي بجامعة كاليفورنيا، بيركلي: «إن هذه الصناعة تنفر من المخاطر؛ للتحرك وتجاوز التقنيات والمواد التي لديهم خبرة طويلة بها»، وهم يعرفون أن بإمكانهم الحصول على موافقة الجهات الرقابية.

وباهتمام قليل من جانب الصناعة، وانعدام الأمل عمليًّا في نشر تقنيات جديدة، كافحت أبحاث المفاعلات المتقدمة للبقاء في ظل دعم غير ثابت وتوجهات متقلبة. يقول مايكل كوراديني، مهندس نووي بجامعة ويسكونسن في ماديسون: «من الصعب جدا القيام بتخطيط وبهندسة متقدمة في البحث والتطوير، إذا كانت الأوضاع متقلبة بشكل كبير».

لم تبدأ هذه الصورة في التغير حتى مطلع الألفية الثالثة، حسبما يتذكر تشارلز فورسبرج، المهندس النووي بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كامبردج، حين

«نهضت المشروعات النووية في الصين وجنوب آسيا – أيّ مكان لا يملك نفطًا ولا غازًا». ويذكر أن هناك حاليًا 64 مفاعلًا قيد الإنشاء بأنحاء العالم، مع مئات أخرى يُخطط لإنشائها. في الولايات المتحدة، يقول فورسبرج: «أدركت السلطات الاتحادية أننا إذا لم نقم بشيء في الشأن النووي، فلن نكون على الطاولة (مع الكبار)». كذلك، جدَّد تغير المناخ الاهتمام بالتكنولوجيا النووية في الولايات المتحدة وأوروبا. ونظرًا إلى عدم انتظام إنتاج مولدات من الرياح والطاقة الشمسية، يشير فورسبرج إلى أنه «إذا كنت تريد التخلص من الوقود الأحفوري، فينبغي أن يكون لديك برنامج نووي جاد».

استثمار راديكالي

من نتائج هذا التركيز المتجدد كان برنامج الطاقة النووية الأمريكي 2010. وقد أُعلن من قبل وزارة الطاقة في فبراير 2002، وصُمِّم هذا المشروع ـ الذي تتقاسم الحكومة والصناعة تكاليفه ـ لمساعدة الشركات المصنعة؛ لتطوير وترخيص مفاعلات الماء الخفيف ذات مزايا السلامة المتقدمة، كالقدرة على الاحتفاظ بالمبرِّد متحركًا خلال (وقوع) حادث، وذلك باستخدام الجاذبية والحمل الطبيعي. ومؤخرًا، جرى التخطيط لبناء عدة مفاعلات منها بأنحاء العالم، بما في ذلك أربعة مفاعلات قيد الإنشاء بالولايات المتحدة، ستمثل أول مفاعلات الجيل الجديد.

قد تجد التصاميم الأكثر راديكالية منفذًا لها مع برنامج تقاسم التكاليف، التابع لوزارة الطاقة؛ لأجل تطوير مفاعل معياري صغير، دُشِّن هذا العام. وهدف هذا المخطط هو الابتعاد عن المشروعات النووية الحالية التي تحسب قدرتها بعدة جيجاوات، وتكلف بين 10 و15 مليار لبنائها، والتوجه نحو مفاعلات بقدرة 250 ميجاوات أو أقل، أي صغيرة بما يكفي لإنتاجها بكثافة في مصنع، ونقلها إلى الموقع المختار. وتتنافس شركات تصنيع وتوريد المفاعلات الأربعة الكبرى، ذات التصميمات المتقدمة بالماء الخفيف، للفوز بالجائزة، التي ذهبت في 20 نوفمبر إلى مجموعة بقيادة شركة «بابكوك وويلكوكس» في شارلوت، بِنورث كارولينا.

ويتوقع پيترسُن أن تستفيد تصاميم أخرى أيضًا، حيث يضيف موضحًا: «إذا تمكنّا من إنشاء سوق لمفاعلات الماء الخفيف المعيارية الصغيرة، فإن ذلك يجعل تنمية سوق لنماذج مفاعلات أولية متقدمة أكثر سهولة». ويمكن لشركات الطاقة أن تجرب التكنولوجيا الجديدة بمجرد الانتقال لبناء وحدة معيارية أخرى، فإذا نجحت، كان ذلك عظيمًا، كما يقول پيترسُن، وإذا لم تنجح، فالخسارة ليست كبيرة، مما «يخفض من مخاطرها الإجمالية».

والمفاعلات عالية الحرارة هي المرشح الأبرز كـ«وحدات مفاعلات معيارية» جديدة، وهي تقوم بالضبط بما يوحي به الاسم: إنها تولد بخارًا تصل حرارته إلى 1000 درجة مئوية، أي أعلى بكثير من مستوى 300 درجة مئوية تقريبا التي تتيحها مفاعلات الماء الخفيف. وهذا يتطلب خيارات تصميم مختلفة راديكاليًّا، كاستخدام غاز الهيليوم، بدلًا من الماء لاستخلاص الحرارة (من أجل التبريد)، واستخدام وقود مقاوم للحرارة من أكاسيد وكربيدات اليورانيوم.

ولا يمكن لتلك المفاعلات أن تنصهر؛ فالوقود ثابت حتى درجة حرارة 1600 مئوية، أي أسخن بمئات الدرجات مما يمكن أن يصير إليه قلب المفاعل، حتى لو فقد كل الطاقة والمبرد. إن درجات الحرارة المرتفعة تجعل المفاعلات أكثر كفاءة في إنتاج الكهرباء. ويمكنها خفض انبعاثات الكربون بتوفير الحرارة للعمليات الصناعية. ففي الولايات المتحدة الأمريكية، يتم استخدام ما يقرب من 23% من مجموع الطاقة في التطبيقات الصناعية، مثل تكرير البترول وتصنيع البلاستيك، وكثير منها يحتاج إلى درجات حرارة لا تقل عن 700 درجة مئوية. وحاليًا، هناك نزوع إلى توليد درجات الحرارة تلك عن طريق حرق الغاز الطبيعي؛ بينما يمكن أن توفر مفاعلات درجة الحرارة العالية بديلًا خاليًا من الكربون.

وهناك عدد من مفاعلات الحرارة العالية التجارية قيد التطوير بأنحاء العالم. وقد شهد عام 2012 اتفاق مجموعة من شركات البتروكيماويات والشركات المصنعة للمفاعلات على دعم تصميم مفاعل أنتريه Antares عالي الحرارة من شركة أريفا AREVA الفرنسية، بباريس. يقول فريد مور، رئيس القسم الذي يوفر الطاقة والبخار لشركة «داو» Dow للكيماويات، ومقرها ميدلاند بولاية ميتشيجان: «كل ما تبقى هو حوالي 800 مليون دولار لتصميم العمل المطلوب لترخيص التقنية، والوصول بها إلى حيث يمكن لـ«هيئة التنظيم النووي» الموافقة عليها». ويقدِّر مور بأن هذا قد يستغرق من 5-7 سنوات. وإذا سارت الأمور وفق الخطة، فإن أنظمة المفاعلات النووية عالية الحرارة ستكون بين المفاعلات المتقدمة الأولى التي يتم نشرها بعد عقدين من الزمان.

وسوف تأتي المفاعلات السريعة ـ ليس بعدها بكثير ـ التي تعالج مشكلة لا تستطيع مفاعلات الحرارة العالية علاجها؛ وهي الوقود النووي المستنفد، إذ يمكن للمفاعلات السريعة أن تستهلك الوقود، وتحويل النفايات إلى طاقة، وتخفيف مشكلة التخلص منها.

تكون نيوترونات الانشطار ‹سريعة›، عندما تنطلق لتوها من أنوية منشطرة حديثًا بمتوسط طاقة نحو 2 مليون إلكترون فولت. وفي مفاعلات الماء الخفيف، يُبطئ الاصطدام بأنوية الهيدروجين في مياه المبرد من سرعة النيترونات إلى جزء صغير فقط من الإلكترون فولت، مما يجعلها أكثر عرضة لتوليد تفاعل انشطاري آخر، لكن يعيب النيوترونات البطيئة أنها بدلًا من شطرها أنوية اليورانيوم المستهدفة، فإنها غالبًا ما تُمتص، وتحول الأنوية إلى نظائر معمرة من البلوتونيوم، والنبتونيوم، والأمريسيوم، والكوريوم، أو عناصر ثقيلة أخرى، حيث تجعل التخلص من الوقود المستنفد كابوسًا. أما النيوترونات السريعة، فعلى النقيض من ذلك.. إذ نادرًا ما يتم امتصاصها. فهي غالبا لا ترتطم بأهدافها، لكن عندما تفعل ذلك، ينشطر الهدف دائمًا تقريبًا. ونتيجة لذلك.. فالمفاعلات السريعة ليست فقط تُجَنِّب مشكلة إنتاج النظائر المعمرة، لكن يمكن أن تدمرها، حتى في الوقود المستهلك.

ويرى پيترسُن أن بناء مفاعل سريع أمر معقد يتطلب براعة، لأسباب ليس أقلها أنه لا بد من تبريده بواسطة الصوديوم السائل، أو بعض المواد الأخرى التي لن تبطئ النيوترونات، بينما المياه تبطئها. وهذا يمكن أن يتجه بنا نحو تصميم ضخم. ويضيف پيترسُن: «ذلك يجعل بناء مبادلات الحرارة تحديا كبيرا»، لتوليد بخار لتزويد التوربينات بالطاقة، لأن الصوديوم يتفاعل بعنف مع الرطوبة لإنتاج غاز هيدروجين متفجر. وبحسب پيترسُن أيضًا، يدرس باحثون بنشاطٍ خيارات تبريد أخرى أقل تفاعلًا، مثل الرصاص، وثاني أكسيد الكربون فائق الحرج.

ومع ذلك.. فقد تم تشغيل نحو 20 مفاعلًا سريعًا بمرور السنين، جاء كثير منها بعد تصميم (المفاعل) الولود في سبعينات القرن الماضي، التي بُنيت لتعظيم إنتاج البلوتونيوم، بدلًا من استهلاكه، وما لا يقل عن أربع شركات مصنعة تطوِّر مفاعلات سريعة صغيرة؛ لاستهلاك الوقود المستنفد. ومن الأمثلة الرائدة لذلك.. مفاعل ابتكاري معياري صغير فائق الطاقة (S-PRISM)، تطوره شركة «جنرال إلكتريك-هيتاشي» في ويلمينجتُن بولاية نورث كارولينا. إنه يستعين بمفاعل سريع صغير مُبرَّد بالصوديوم، مُدمَج بوحدة إعادة تدوير، سوف تأخذ وقود المفاعل المستنفد، وتزيل نواتج الانشطار التي قد تسمم التفاعل النووي، وتعيد الوقود المتجدد مرة أخرى إلى المفاعل. وستعزل سريعًا البلوتونيوم الصالح لإنتاج القنابل.

إن السوق المرتقبة كبيرة، حسب قول إريك لووين، رئيس تطوير المفاعل المتقدم بشركة «جنرال إلكتريك-هيتاشي». كما يقول لووين: «لدينا دراسة عن القابلية للاستخدام، تجري بالتعاون مع المملكة المتحدة، حيث إننا سنأخذ 100 طن بلوتونيوم من محطاتهم لإعادة المعالجة، وتحويلها إلى مورد طاقة». ويضيف لووين قائلاً إن في الولايات المتحدة وغيرها، تتمركز «رؤيتنا في (إنشاء) شبكة مراكز متقدمة لإعادة التدوير»، كل منها بها ستة مفاعلات ابتكارية معيارية صغيرة فائقة الطاقة (S-PRISM)، ومركز واحد لإعادة التدوير، يمكنه الاضطلاع بتدوير النفايات الناتجة من مفاعل واحد إلى ثلاثة مفاعلات ماء خفيف، والتخلص من النفايات المكدسة والمتراكمة حاليًا.

يقول لووين: «لن تكون تلك الشبكة رخيصة. فالتحدي الأساسي سياسي»، مرددًا بذلك صدى ما يقوله فورسبرج وخبراء آخرون كثيرون. ويضيف: «ثمة حاجة (لوضع) إطار سياسة عامة، تجعل الناس ينظرون إلى الوقود المستنفد كمورد، بدلًا من النظر إليه كشيء يجب أن يُلقى بعيدًا».

مفاعلات الملح المنصهر

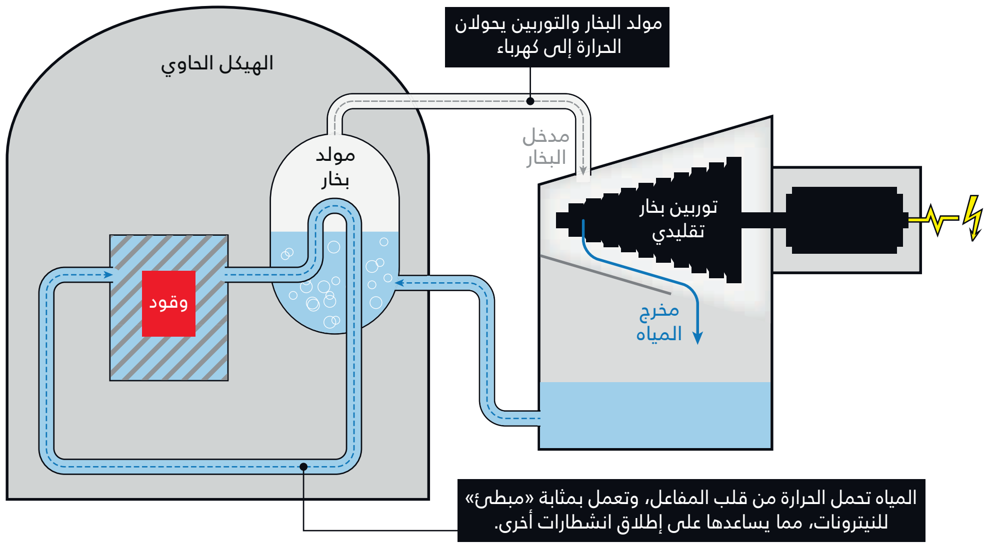
الميزة العظمى للمفاعلات الصلبة هي هندستها (الموضعية) المتوقعة، بينما عيبها الكبير هو تعقيدها. وشدة القصف النيوتروني، وتوزيع نواتج الانشطار، وإتلاف الإشعاع للهيكل البلوري للوقود؛ كل شيء منها يختلف من نقطة إلى نقطة. هذا صداع مستمر للمصممين الذين يحاولون التيقن من أن تشغيل المفاعل مستقر، ويحاولون إقناع الجهات المنظمة أنه حتى (لو وقع) أسوأ انصهار لن يسمح لأي جزء من الوقود بالانهيار نحو كتلة حرجة.

«إذا كنت تريد التخلص من الوقود الأحفوري، فينبغي أن يكون لديك برنامج نووي جاد»

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

دقائق وتفاصيل المفاعل النووي

كل المفاعلات النووية تعتمد على الانشطار لإنتاج الحرارة، التي تستخدم لتوليد الكهرباء، لكن المهندسين أنجزوا عديدًا من البدائل لمفاعل الماء الخفيف شائع الاستخدام.



مفاعلات الماء الخفيف

هذا التصميم يعود تاريخه إلى فترة أربعينات وخمسينات القرن الماضي، وهي تهيمن حاليا على صناعة الطاقة النووية

- وقود: **أكسيد يورانيوم مغلف داخل معدن الزركينيوم**
- مبرد: **ماء عادي**
- مبطئ: **ماء**

المفاعلات المتقدمة

تصميمات مفاعلات، عمرها عقود، تم إحياؤها وتحديثها في السنوات الأخيرة.

مفاعلات الحرارة العالية

توفر حرارة حتى 950 درجة مئوية للصناعة، وتخفض انبعاثات الكربون.

- **مخلوط أكسيد/كربيد اليورانيوم مغلف بكربيد السيليكون؛ ثابت حتى 1600 درجة مئوية**
- **غاز الهيليوم أو خليط «FLIBE» من فلوريد الليثيوم وفلوريد البريليوم**
- **جرافيت**

مفاعلات سريعة

تستخدم نيوترونات سريعة غير مهدأة لحرق العناصر الثقيلة في الوقود النووي المستنفد.

- **يورانيوم معدني أو مكسو بالسيراميك**
- **غاز الهيليوم؛ فلز الصوديوم المسال؛ الرصاص المنصهر؛ أو خليط منصهر من الرصاص والبيزموث**
- **لا شيء**

مفاعلات الملح المنصهر

تستخدم وقودا سائلا لزيادة السلامة، وتخفض النفايات النووية المعمرة للحد الأدنى.

- **اليورانيوم أو فلوريد الثوريوم**
- **FLIBE**
- **جرافيت**

وكل هذه المخاوف تزول عندما يكون الوقود سائلًا بالفعل. وهذا سبب رئيس وراء رغبة أوك ريدج في تطوير مفاعل الملح المنصهر في الستينات. ويشير «الملح المنصهر» إلى الوقود، وعادة ما يكون رباعي فلوريد اليورانيوم، الذي يكون سائلًا في درجات حرارة التشغيل عند مزجه مع «FLiBe» (خليط من فلوريد الليثيوم «LiF» وفلوريد البريليوم «BeF2») الذي يعمل كمبرد. يقول فورسبرج: «إنها قِدر؛ قدر كبيرة صماء»، ويضيف: «إنك تلقي بالوقود فيها، ممتزجًا؛ ولا يتغير التركيب الكلي على الإطلاق».

يقول سورنسن: «للوقود السائل ميزة أخرى كبيرة، فليس عليك إزالته من المفاعل حتى يُستهلك تمامًا». وبدلًا من ذلك.. يتم تدوير الوقود من خلال وحدة إعادة تدوير خارجية تستخلص نواتج الانشطار باستمرار، ومن ثم الحفاظ على الوقود من تعرضه للتسمم. ويلفت سورنسن إلى أن هذا التصميم أيضا يسمح بنهج رائع فيما يتصل بالأمان والسلامة، إذ يوجد في الجزء السفلي من المفاعل ثقب، مسدود بقطعة من الوقود، يتم الاحتفاظ بها صلبة بواسطة وحدة تبريد، فإذا فقد المفاعل الطاقة في حالة طارئة؛ ستتوقف التبريد، وسوف يذوب السدد ويتم تصريف الوقود منسابًا بأمان إلى خزانات تحت الأرض. وأخيرًا، يمكن لتصميم الملح المنصهر استيعاب مجموعة متنوعة من الوقود، تتراوح من اليورانيوم التقليدي إلى النفايات النووية الخام، أو الثوريوم، وهو عنصر أكثر وفرة من اليورانيوم بثلاث مرات تقريبًا.

لذلك كله.. فإن إحياء مفاعل الملح المنصهر بعد توقف دام أربعة عقود هو مهمة شاقة. يقول سورنسن إنه «يجب علينا إعادة بناء القاعدة المعرفية التي تلاشت إلى حد كبير». لقد أسس سورنسن شركة Flibe Energy للطاقة ليحاول عمل ذلك، على أي حال. وتطوِّر هذه الشركة حاليًا مفاعلاً بقدرة 40 ميجاوات، قد يُستخدم في القواعد العسكرية، بحيث يعمل مستقلاً عن الشبكة.

فرصة أكيدة

في سبتمبر 2011، أصبح فورسبرج، وبـيترسُن، ولين-وين هُو من معهد تكنولوجيا ماساتشوستس، وكذلك تُود ألن المهندس النووي بجامعة ويسكونسن في ماديسون، باحثين رئيسين لمدة 3 سنوات في مشروع تموله وزارة الطاقة الأمريكية يمثل خطوة على طريق مفاعل الملح المنصهر؛ مفاعل عالي الحرارة بتبريد "FLiBe". يقول بـيترسُن: «ما من أحد شيد مفاعلاً مبردًا بالملح يعمل بالوقود الصلب في أي وقت مضى»، لكن إذا نجح المشروع، فإن قلب المفاعل يمكن أن يكون أصغر بأربع أو خمس مرات من الموجود بالتصاميم الأخرى. ونظرًا إلى استقرار ملح FLiBe، فإنه «سيكون دائما دون حدود الانهيار بمئات من الدرجات»، بحسب بـيترسن.

ويقول بـيترسن أيضا إن الشركة يمكنها حيازة مفاعل اختبار خلال عقد من الزمن، برغم أن «ذلك يفترض وفرة في الموارد». وذلك افتراض كبير حسبما يقول؛ فالأزمة الاقتصادية العالمية جعلت الحصول على تمويل لجميع المفاعلات المتقدمة أصعب بكثير. ويلاحظ كوراديني أن «مشروعات عديدة للطاقة النظيفة بالولايات المتحدة قد تأجلت، وليس فقط النووية، بسبب رخص الوقود الأحفوري»، مشيرًا إلى وفرة الغاز المفاجئة بطبقات الطين الصفحي بالولايات المتحدة.

يستشرف بول جنوا ـ مدير تطوير السياسات بـ«معهد الطاقة النووية»، وهي مجموعة تجارية بواشنطن العاصمة ـ رؤيةً أبعد. يقول جنوا: «لقد شيدنا مفاعلات الماء الخفيف أولًا، لبدء سير العمل». وفي عشرينات هذه الألفية ستأتي مفاعلات الماء الخفيف المتقدمة لزيادة السلامة، تليها المفاعلات عالية الحرارة التي ستوسع الهجوم على انبعاثات الكربون. وبعد ذلك.. «نبني مفاعلات سريعة؛ لتستهلك النفايات».

يقول جنوا إن مفاعلات الملح المنصهر شيء يشبه بطاقة اللعب الرابحة، لكنها تستحق التطوير. وحتى بعض البطاقات الأكثر ربحية قيد البحث، وأحد أمثلتها البارزة مفاعل يدار بمعجل ذري، من شأنه دفع انشطار النيوترونات عن طريق معجل جسيمات عالي الطاقة. ويمكن تغذية (المفاعل) بالثوريوم، وإغلاقه فورًا بقطع التيار عن المعجل.

تُرى هل تتطور الطاقة النووية حقا؟ العاملون في هذا الحقل يرون سببًا للتفاؤل، خاصة إذا كانت الحكومات مدفوعة بالعواقب الملموسة لتغير المناخ بشكل متزايد إلى وضع سعر للكربون. ويقول جنوا إنه حتى كارثة فوكوشيما النووية قد تؤدي في نهاية المطاف إلى نشوء تقنيات جديدة. ويضيف قائلاً إنها أخافت العامة، وجعلتهم يشعرون بقلق إزاء الطاقة النووية. وبينما يدقق الناس النظر، تراهم يقولون «مهلاً، تلك كانت محطة عمرها 30 عامًا». في الوقت المناسب، ستبدو المفاعلات الذكية الجديدة إجمالاً أكثر جاذبية بكثير. ■

م. ميتشيل ولدروب: محرر تحقيقات لمجلة «نيتشر» بواشنطن.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبجدية الحمض النووي الجديدة

ATCG
CGATC
AT

عندما شرع ستيفن بينر في إعادة هندسة الجزيئات الوراثية (الجينية)، لم يفكر كثيرًا في جزيء الحمض النووي (DNA). يقول بينر، الكيميائي الحيوي بـ«مؤسسة التطور الجزيئي التطبيقي» في جينزفيل بولاية فلوريدا: «أول شيء تدركه أنه تصميم محيّر».

خذ العمود الفقري للحمض النووي، حيث تتكرر مجموعات الفوسفات سالبة الشحنة. ولأن الشحنات السالبة تتنافر بين بعضها البعض، يجب أن تصعّب هذه الخاصية على خيطين جزيئيين من الحمض النووي «DNA» أن يلتصقا معا في الحلزون المزدوج. وهناك نوعان من اقتران القواعد النيتروجينية: الأدينين(A) يقترن بالثيامين(T)؛ والسيتوزين(C) يقترن بالجوانين(G). ويتقيد الزوجان معا بروابط هيدروجينية، لكنها روابط ضعيفة تتكسر بسهولة بالماء، وهو ما تمتلئ به الخلية. يقول بينر: «أتثق فى روابط الهيدروجين لنقل ميراثك الجيني القيم الذى ترسله إلى أطفالك في الماء؟ .. لو كنت كيميائيًّا بصدد تصميم هذا الشيء، فإنك لن تفعل ذلك بهذه الطريقة على الإطلاق».

ربما كانت للحياة أسباب وجيهة لاستقرار على أساس هذه البنية، لكن ذلك لم يمنع بينر وآخرين من محاولة تغييره. وعلى مدى العقود القليلة الماضية، تلاعبوا بكتل البناء الأساسية بالحمض النووي (DNA) وطوروا حديقة حيوان من حروف غريبة تتجاوز A، وT، وC، و G، ويمكن أن تتشارك معًا وتُنسخ بطرق مشابهة، لكن العمل البحثي يبرز «مشكلة لعينة بعد أخرى»، حسب قول بينر. وحتى الآن، يمكن إدراج عدد قليل فقط من أزواج القواعد النيتروجينية غير الطبيعية بالحمض النووي على التوالي، ولا تزال الخلايا غير قادرة تمامًا على أن تتبنى كيمياء حيوية أجنبية.

إن إعادة هندسة الحمض النووي (DNA) وابن عمومته الحمض النووي الريبي (RNA)، لها أهداف عملية. وهناك بالفعل أزواج قواعد نيتروجينية اصطناعية تُستخدم للكشف عن الفيروسات، وقد تجد لها استخدامات طبية أخرى، لكن العلماء أيضا مندفعون بمجرد حداثتها المطلقة. وفي نهاية المطاف، نجدهم يأملون في تطوير كائنات حية بأبجدية جينية موسعة يمكنها تخزين مزيد من المعلومات، أو ربما تلك التي يدفع بها الجينوم، دون وجود حروف وراثية طبيعية على الإطلاق. وفي ابتكار أشكال الحياة هذه، يمكن للباحثين معرفة المزيد عن المعوقات الأساسية فيما يتعلق ببنية الجزيئات الوراثية، وتحديد ما إذا كانت القواعد الطبيعية هي الضرورية للحياة، أم ـ ببساطة ـ هي حل واحد من حلول كثيرة. يقول جيرالد جويس، عالم الكيمياء الحيوية للحامض النووي في معهد سكريبس للبحوث في لايولا، بكاليفورنيا: «لقد فعلتها الأرض بطريقة معينة في بيولوجيتها». ويضيف: «لكن من حيث المبدأ، هناك طرق أخرى لتحقيق تلك الغايات».

بدأت اهتمامات بينر المبكرة بتلك الطرق الأخرى وهو طالب دراسات عليا في سبعينات القرن الماضي. وكان الكيميائيون قد صنعوا كل شيء من الببتايدات إلى السموم، وكان بعضهم يحاولون بناء الجزيئات التي يمكن أن تنجز نفس وظائف الإنزيمات الطبيعية أو الأجسام المضادة مع تراكيب كيميائية مختلفة. ويذكر بينر أن جزيء الحمض النووي قد تم تجاهله بشكل كبير، ويضيف قائلاً: «كان الكيميائيون يبحثون في كل فئة أخرى من الجزيء من منظور التصميم، فيما عدا واحدة في مركز علم الأحياء».

في عام 1986، بدأ بينر في بناء مختبر بالمعهد السويسري الفيدرالي للتكنولوجيا في زيوريخ، وبدأ في إعادة بناء العمود الفقري للحمض النووي «دى إن إيه». وأدرك بسرعة أن ما بدا وكأنه عيب قد يكون ميزة. وعندما قام هو وفريقه باستبدال فوسفات العمود الفقري سالب الشحنة مع مجموعات كيميائية محايدة[1]، وجدوا أن أي خيط أطول من نحو اثنتي عشرة وحدة مطوي على ذاته، ربما لأنه كانت هناك حاجة إلى تنافر الشحنات للحفاظ على الجزيء ممتدًا.

أثبتت القواعد أنها أكثر استعدادًا للترقيع. وشرع بينر إلى تخليق أزواج قواعد نيتروجين تشبه الجزيئات الطبيعية، بجانب إعادة ترتيب وحدات الربط (التقييد) الهيدروجينية.

اختبر فريق بينر زوجين جديدين من أزواج قواعد النيتروجين: «iso-C» و«iso-G» (المرجع 2) و«k» وxan-thosine[3]. وظهر أن إنزيمات البوليمراز، التي تحاكي الحمض النووي (DNA) أو تستنسخ الحمض النووي الريبي (RNA) يمكنها قراءة الأول الذي يحتوي على قواعد نيتروجينية غير طبيعية، وإدراج الشريكين المتكاملين في خيوط نامية للحمض النووي والحمض النووي الريبي. ويمكن لآلات (الريبوسومات) الخلوية التي (تترجم) الحمض النووي الريبي (RNA) إلى بروتين أيضا أن تقرأ قصاصة هذا الحمض المحتوية على قاعدة نيتروجين «iso-C» وتستخدمها لإضافة حمض أميني غير طبيعي للبروتين النامي[4]. يقول بينر: «اقتران قواعد النيتروجين ـ التي هي في مركز علم الوراثة ـ تبين أن لدينا الجزء الأكثر ليونة من الجزيء»، لكن واجهت الباحثين مشكلة. ونظرًا إلى أن ذرات الهيدروجين بها تميل إلى التحرك، تتخذ «iso-G» في أحيان كثيرة شكلًا مختلفًا، وتقترن بقاعدة النيتروجين «T»، بدلًا من «iso-C».

روابط غير طبيعية

تساءل إريك كول، الكيميائي بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا، إنْ كان فريقه يستطيع أن يطور قواعد نيتروجينية غير طبيعية مع ترتيبات روابط هيدروجين ثابتة، أم لا. وصنع هو وزملاؤه قاعدة نيتروجين مماثلة لقاعدة الثايمين «T» الطبيعية، لكنهم اتخذوا الفلور بدلا من ذرات الأكسجين (انظر «الحمض النووي المصمَّم»)، من بين الفروق[5]، لمحاكاة بنية قاعدة النيتروجين الجديدة، التي تعرف بـ«دايفلوروتولوين» difluorotoluene (المميزة بالحرف «F»)، ومحاكاة شكل قاعدة النيتروجين ثايمين «T» تقريبا بالضبط، لكنها تثبط الهيدروجين عن القفز.

وسرعان ما اكتشف الفريق أن القاعدة النيتروجينية الجديدة «F» كانت في الواقع شديدة الربط بالهيدروجين[5]، لكن إنزيم البوليميراز لا يزال يعالجه، مثل القاعدة النيتروجينية ثايمين T. وأثناء نسخ الحمض النووي «دى إن إيه»، قاموا بإدراج قاعدة النيتروجين «أدنينA» مقابل القاعدة النيتروجينية داي فلوروتولوين «F» بأمانة[6]، والعكس بالعكس[7]. وخلصت الدراسة إلى أنه طالما كان لقاعدة النيتروجين الشكل الصحيح، فيمكن لإنزيم البوليميراز إدراجها بشكل صحيح. ويقول كول: «إذا كان المفتاح مناسبًا، فإنها تنجح».

وقال كول إنه «تلقى رسائل بريد إلكترونية غاضبة من ناس يقولون: كيف يمكنك أن تقول لنا إنه ربما لا تكون هناك حاجة إلى روابط هيدروجينية لتكرار الحمض النووي؟

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كان الحمض النووي (DNA) في جميع الأنحاء لمليارات من السنين..

لكن هذا لا يعني أن العلماء لا يمكن أن يجعلوه أفضل.

...FPZATCGATC

روبرتا كوك

وكان هذا مركز اللولب. وكانت الناس تركز اهتمامها على روابط الهيدروجين، حتى إنه كان من الصعب حتى أن نتخيل البدائل». وبدلًا من تشكيل روابط هيدروجينية ـ وهي خاصية ترتبط عادة بالجزيئات المحبة للماء ـ كانت قاعدة النيتروجين دايفلوروتولوين «F» وغيرها من أشكال قواعد النيتروجين الأخرى المحاكية لقواعد النيتروجين الطبيعية التي وضعها فريق كول كانت كارهة للماء، فالمياه تطردها، مما يساعد على استقرار الحلزون المزدوج. ويشبِّه كول الحمض النووي بكومة من القطع النقدية، حيث إن البقاء في الكومة يحمي قاعدة غير طبيعية من المياه.

وسّع فلويد رومزبرج ـ عالم البيولوجيا الكيميائية بـ«معهد سكريبس للأبحاث» ـ ذخيرة قواعد النيتروجين الكارهة للماء. وقال إنه «بدءًا بجزيئات كالبنزين والنفثالين، بنى فريقه «بكل مشتق يمكن تخيله». ويضيف قائلاً: «لقد قادنا ذلك بعيدا جدا عن أي شيء يشبه زوج (قواعد النيتروجين) الطبيعية على الإطلاق». وأثناء اختبار الخطوات في عملية النسخ، وجد الباحثون متطلبين متعارضين، إذ يجب أن يكون الموضع الحاسم بالقاعدة كارهًا للماء؛ ليتسنى للإنزيمات إدراج القاعدة في الحمض النووي (DNA)، إلا أنه ينبغي أيضا أن يقبل روابط الهيدروجين، إذا كان للإنزيمات أن تواصل نسخ الخيط.

مَحَّص فريق رومزبرج 3600 تركيبة من 60 قاعدة، بحثًا عن زوج قواعد النيتروجين الذى تم نسخه بأعلى كفاءة ودقة[8]. وبحسب قول رومزبرج، فإن الفائزين ـ وهما «MMO2» و«SICS» ـ «يسيران على خط رفيع» بين أن يكونوا كارهين للماء ومحبين للماء بموقع رئيس.

يبقى هناك تحدٍّ كبير، لكن اضطر الباحثون لإظهار أن الحمض النووي (DNA) سيحتفظ بأزواج قواعد النيتروجين غير الطبيعية، بينما يتم تصنيع مليارات النسخ. وإذا قرنت الإنزيمات قواعد النيتروجين غير الطبيعية بقواعد النيتروجين الطبيعية كثيرًا، يمكن لأحرف (قواعد النيتروجين) الجديدة أن تختفي في نهاية المطاف.

القفز من القاعدة

كان ايتشيرو هيراو ـ الكيميائي بـ«أنظمة وبيولوجيا رايكن البنيوية» في يوكوهاما، باليابان ـ مفتونًا بفكرة إنشاء قواعد نيتروجين غير طبيعية منذ قراءة كتاب جيمس واطسُن: «الحلزون المزدوج» في عام 1968 عندما كان مراهقا. وجد هيراو وزملاؤه إمكانية تقليل سوء الاقتران بتصميم أشكال تتكيف بشكل غير ملائم مع قواعد النيتروجين الطبيعية، وذلك بإضافة مجموعات كيميائية، أو مجموعات كيميائية غنية بالإلكترونات التي تطرد الأجزاء المناظرة من قواعد النيتروجين الطبيعية.

في عام 2011، ذكر فريق هيراو أن الحمض النووي (DNA) يحتوي على زوج قواعد غير طبيعي كاره للماء، سميا Ds ، وDiol1-Px، ويمكن نسخهما بدقة تصل إلى 99.77-99.92 في المائة لكل تكرار[9]. في العام نفسه، أظهر بينر وزملاؤه أن زوجًا آخر من قواعد النيتروجين غير الطبيعية - «P» و«Z»، حيث ينضم كل منهما إلى الآخر باستخدام روابط الهيدروجين، يحقق دقة تبلغ 99.8% لكل تضاعف، أو تكرار[10].

وفي يوليو، أورد فريق رومزبرج معدلات تصل إلى 99.66-99.99% للإصدارات المثلى من هذه القواعد، سميت «NaM» و«5SICS»[11]، تتداخل مع أكثر معدل غموضًا للحمض النووي الطبيعي. يقول رومزبرج: «أفضل حالة لدينا تقترب الآن من أسوأ حالات الطبيعة».

ومع ذلك.. فقواعد (النيتروجين) غير الطبيعية لا تزال لديها الكثير لتثبته. ولم يُظهر الباحثون أن إنزيمات البوليمراز يمكنها أن تنسخ أكثر من أربع قواعد مقترنة في صف[10].

«لو كنت كيميائيًّا بصدد تصميم هذا الشيء، فإنك لن تفعل ذلك بهذه الطريقة على الإطلاق»

وبحسب بينر، فإن إنزيم بوليميراز هو «الجوزة التى يصعب كسرها»، وربما يكون الحل هو إعادة تصميمه أيضا.

قدّم فيليب هوليجر، عالم البيولوجيا الكيميائية بمختبر مجلس الأبحاث الطبية للبيولوجيا الجزيئية في كامبريدج، المملكة المتحدة، وزملاؤه هذا النهج سابقًا هذا العام باستخدام الأحماض النووية «XNA»، التي استبدل بسكرياتها الموجودة عادة في جزيئي الحمض النووي والحمض النووي الريبي بنى حلقية أخرى[12]. ولّد الفريق مليارات الطفرات من إنزيم بوليمراز الطبيعي، وجعلها تتطور بوضعها تحت ضغوط انتقائية لتحويل الحمض النووي (DNA) إلى (XNA). (انظر مجلة «نيتشر» الانجليزية: http://doi.org/jrh ؛2012)، ثم قارن أكثر الطفرات تأثيرًا لفرز أفضلها. يقول هوليجر إن إنزيم بوليمراز يتشكل تقريبا كاليد، وتبين أن «الإبهام» كان المنطقة الرئيسة التي تحتاج إلى تغيير. تقوم هذه المنطقة بالاتصال بجزيء (DNA) لدى خروجها من الإنزيم، وربما تعمل كحاجز نهائي لضمان التوليف الصحيح. كذلك، هندس الفريق إنزيمًا يحول «XNA» إلى سيرته الأولى «DNA».

هناك كثير من الرتق الذي تم حتى الآن في أنابيب المختبر، لكن يأمل الباحثون في إظهار أن الكائنات الحية يمكنها قراءة ومعالجة المعلومات. ولعل أقرب ما وصلوا إليه هو دمج قواعد النيتروجين غير الطبيعية في نظام معيشة لبكتيريا محوّرة وراثيًا، نشره السنة الماضية[13] فيليب مارلييه، المؤسس المشارك لشركة «هيرسيكو» للسوائل الميكروبية في نيوارك بولاية ديلاوير. وقد استبدل مارلييه وفريقه «الكلوروراسيل» بمعظم قواعد الثايمين «T» في الكائن الحي. و«الكلوروراسيل» أحد أواسيل قاعدة النيتروجين بالحمض النووي الريبي، حيث يتم استبدال الكلورين بذرة الهيدروجين. كما طوّر الفريق نظامًا آليًا لإدخال قاعدة النيتروجين تدريجيا إلى سلالة من بكتيريا «إيشريشيا كولاي»، لا يمكنها صنع الثايمين «T» بنفسها. وبعد خمسة أشهر تقريبا، لم تستطع بعض البكتيريا البقاء حيةً

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

دون الكلوروراسيل، وكانت البكتيريا قد حذفت حوالي 90 % من الثايمين من جينوماتها.

يعمل بينر، ورمسبرج، وهيراو أيضًا لحمل الخلايا على القبول بأزواج قواعد النيتروجين غير الطبيعية التي صنعوها، لكن حتى لو كانت الخلايا قد قبلت أزواج قواعد النيتروجين غير الطبيعية، فقد تكون هناك صعوبة في تنفيذ عمليات مثل إعادة التجميع، وهي عملية منسقة للغاية لإعادة تشكيل المادة الوراثية. يقول أندرو إلينجتون، عالم الكيمياء الحيوية بجامعة تكساس في أوستن، وتلميذ سابق لدى بينر: «إنها ليست مجرد مسألة الحصول على هذه الأشياء المرتّقة داخل الخلايا. أعتقد أن هذا سيكون مهمة شاقة من اليوم فصاعدًا».

ومن غير الواضح إلى أي مدى سيمضي الباحثون، حيث يهدف فريق مارليير إلى أن يستبدل بكافة قواعد النيتروجين الطبيعية أربعًا أخرى جديدة غير طبيعية، لكن رومسبرج يقول إن تطوير الكائن الحي بقواعد كارهة للماء فقط سيكون قريبًا من المستحيل، لأن الخلايا تحتوي على عناصر عديدة تكيّفت للغاية للعمل مع القواعد الطبيعية. أما الجمع بين العمود الفقري غير الطبيعي والقواعد غير الطبيعية في أحد الكائنات الحية، فحسب قول بينر: «نظرتنا ليست جيدة بما فيه الكفاية بالنسبة إلينا للذهاب، والقيام بكليهما في الوقت نفسه».

وحتى لو أدّت أزواج القواعد غير الطبيعية وظائفها في الخلايا حتى الآن، لا يزال ممكنًا طرحها لاستخدامات عملية. وتستخدم شركة «سايمنز للتشخيص الصحي» في تاريتاون بنيويورك، وشركة «ليومينِكس» في أوستن بتكساس، بالفعل زوجي القواعد اللذين استحدثهما بينر، وهما: «iso-C» و«iso-G» لتحسين اكتشاف ومراقبة العدوى الفيروسية. وعلى سبيل المثال.. تستخدم «سايمنز» سلسلة من متتابعات الحمض النووي المترابطة المقيّدة بـالحمض النووي الريبي لفيروس عوز المناعة «HIV-1 RNA» في عينة دم المريض. كما أن إدراج قواعد غير طبيعية في بعض المتتابعات لا يشجع المتتابعات على التقيُّد بالمتتابعات العشوائية للحمض النووي (DNA) في العينة، ويجعل من الحمض النووي الريبي لفيروس عوز المناعة البشرية أسهل اكتشافًا لدى مستويات منخفضة.

ويمكن لجزيئات الحمض النووي والحمض النووي الريبي أيضًا أن تحفز التفاعلات، وأن تستخدم كأدوية أيضًا. ويمكن للمطورين تحسين أداء متتابعة عن طريق ربط مجموعات كيميائية بالقواعد النيتروجينية؛ وتسهّل القواعد غير الطبيعية استهداف موقع معين في المتتابعة، بدلًا من تشبع كل من قاعدتى السايتوسين «C»، أو الجوانين «G». وقد أضاف فريق رومسبرج مجموعات «رابطة» للقواعد غير الطبيعية في الحمض النووي (DNA)، تسمح بربط مضبوط لمجموعة متنوعة من الجزيئات. ويسعى الفريق الآن إلى هندسة المتتابعات التي ستحفز التفاعلات (ردود الأفعال) بطريقة أكثر كفاءة من نظرائها الطبيعيين.

يقول هيراو إن فريقه قد ولَّد متتابعات للحمض النووي (DNA)، تحتوي على قاعدة «Ds» التي ترتبط بشكل أفضل كثيرًا من المتتابعات الطبيعية لـ«إنترفيرون-جاما» ـ وهو بروتين الجهاز المناعي ـ وعلى عامل نمو بطانة الأوعية الدموية (VEGF)، وهذا بدوره هدف علاجي في السرطان وأمراض العين.

وإذا نحَّينا التطبيقات العملية جانبًا، سنجد أن الباحثين مدفوعون بما يسميه كول «إغراء الخيال العلمي» لتصميم أو تحسين الأنظمة الحية. لقد استقرت أشكال الحياة المبكرة بالأرض على أبجديتها الوراثية، لأنها ببساطة كانت مقيدة بالمواد الكيميائية المتاحة. فالأدينين«A»، مثلًا، من السهل أن يُصنع من سيانيد الهيدروجين، الذي ربما كان موجودًا عندما ظهرت الحياة لأول مرة. وبمجرد حيازة الكائنات الحية لمجموعة عمل من قواعد النيتروجين، ربما تكون قد حبست داخل هذا النظام. يقول بينر: «إذا استغرقت كثيرًا في الكيمياء الحيوية الأساسية المتاحة لك؛ فسوف تتوه». ويرى بينر أنه برغم ما يُعتَقد بشكل عام أن الحمض النووي الريبي (RNA) قد سبق الحمض النووي (DNA)، فقد لا يكون هذا أفضل حل ممكن لدعم الحياة، لكنه ربما كان هو أفضل حل ممكن قبل ظهور الأحياء على الأرض. وهكذا، إذا كانت الأحماض النووية قد نشأت بشكل مستقل على كوكب آخر، فهل كانت لديها قواعد (النيتروجين) نفسها؟ لا يعتقد بينر ذلك، إلا إذا تعرضت الكائنات للقيود نفسها، لكن قد تنطبق بعض القواعد العامة. وعلى سبيل المثال.. يرى بينر أن الأعمدة الفقرية مع تكرار الشحنات ـ التي تبدو له في بادئ الأمر عائقًا ـ تبط الطي بالفعل، وتؤكد أن خيوط (الحمض النووي) التي بها قواعد نيتروجينية بمتتابعات مختلفة تسلك سلوكًا مماثلًا خلال عمليات كالتكرار (النسخ).

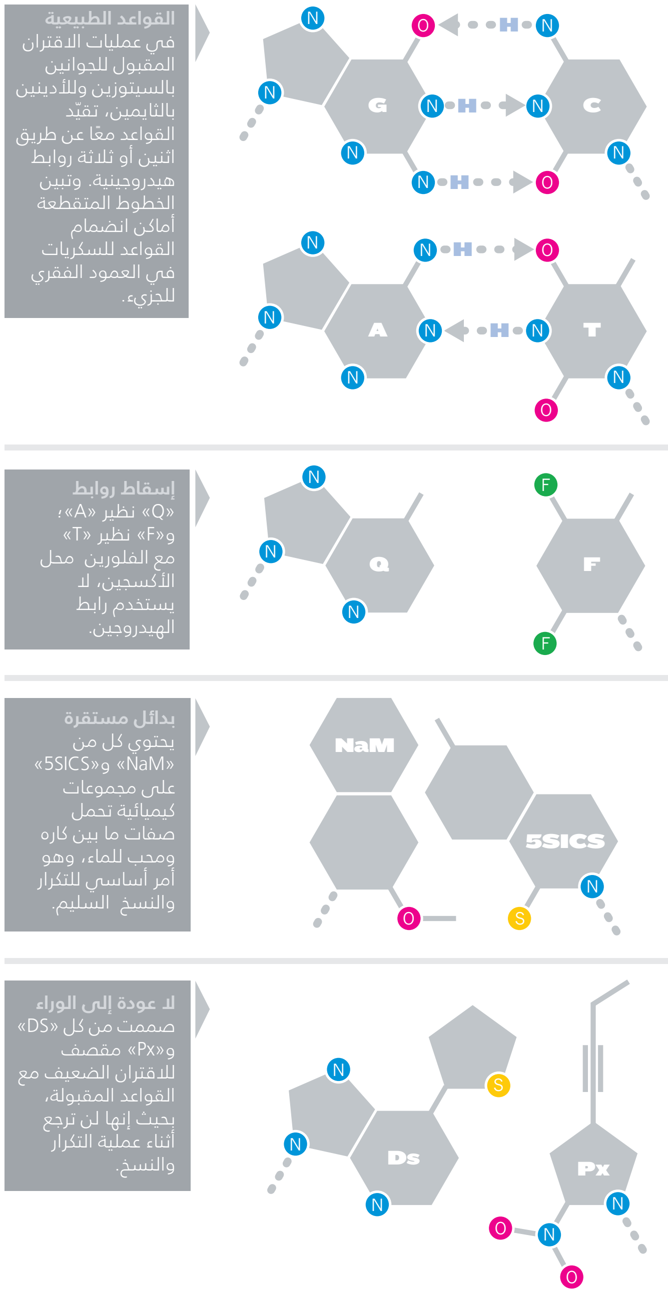
وبرغم أن بعض الباحثين قد حقق نجاحًا مع الأعمدة الفقرية البديلة، أسفرت محاولات كثيرة عن جزيئات متيبسة جداء أو مفككة جدا لتشكيل الحلزون المزدوج. ويعتقد هولجر أن هناك حدًّا للتباينات (التغايرات) الكيميائية التي يمكن إدخالها. (انظر مجلة «نيتشر» الإنجليزية: **483**، 528-530؛ 2012).

وهذا لن يثني الباحثين عن توسيع المجال البحثي، ودفع الحدود بعيدًا. ويتساءل كول: «لماذا تكون كيمياء الكائنات الحية كما هي الآن؟ هل هذا لأنها الجواب الوحيد الممكن؟». ويجيب بقوله: «أعتقد أن إجابة هذا السؤال هي لا، وأن الطريقة الوحيدة لإثبات ذلك بشكل قاطع هو أن تقوم بذلك عمليًّا». ■

روبرتا كوك كاتبة حرة، تقيم بمنطقة خليج سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.

جزيء (DNA) التصميم

قام الكيميائيون بتصميم الكثير من القواعد الجينية الجديدة، واستخدموا مختلف الحيل البيوكيميائية؛ لمساعدتهم في تكوين أزواج منها، ونسخها بفاعلية.



1. Richert, C., Roughton, A. L. & Benner, S. A. *J. Am. Chem. Soc.* **118,** 4518–4531 (1996).
2. Switzer, C., Moroney, S. E. & Benner, S. A. *J. Am. Chem. Soc.* **111,** 8322–8323 (1989).
3. Piccirilli, J. A. *et al. Nature* **343,** 33–37 (1990).
4. Bain, J. D., Switzer, C., Chamberlin, A. R. & Benner, S. A. *Nature* **356,** 537–539 (1992).
5. Schweitzer, B. A. & Kool, E. T. *J. Am. Chem. Soc.* **117,** 1863–1872 (1995).
6. Moran, S., Ren, R. X.-F., Rumney, S. & Kool, E. T. *J. Am. Chem. Soc.* **119,** 2056–2057 (1997).
7. Moran, S., Ren, R. X.-F. & Kool, E. T. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **94,** 10506–10511 (1997).
8. Leconte, A. M. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **130,** 2336–2343 (2008).
9. Yamashige, R. *et al. Nucl. Acids Res.* **40,** 2793–2806 (2012).
10. Yang, Z., Chen, F., Alvarado, J. B. & Benner, S. A. *J. Am. Chem. Soc.* **133,** 15105–15112 (2011).
11. Malyshev, D. A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 12005–12010 (2012).
12. Pinheiro, V. B. *et al. Science* **336,** 341–344 (2012).
13. Marlière, P. *et al. Angew. Chem. Int. Edn* **50,** 7109–7114 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــواء ساخـــن

كيرين شيرماير

بانقضاء عام 2012، تنقضي الالتزامات التي تمت بموجب «معاهدة كيوتو المناخية»، لكن معدّل انبعاث غازات الاحتباس الحراري سيرتفع بصورة أسرع من أي وقت مضى.



SOURCE: NETHERLANDS ENVIRON. ASSESSMENT AGENCY/EC JOINT RES. CENTRE

بعد ثمانية أيام من التفاوض النكِد، كان الوقت المحدد لإنجاز وتسليم الاتفاقية الهادفة لإبطاء تسارع الاحترار العالمي يجري في غير صالح الوفود المشاركة بمؤتمر المناخ الذي عقد في كيوتو باليابان في عام 1997، لكن مدير المحادثات، مايكل زاميت كوتاجار من مالطة، قام باتخاذ خطوة غير معتادة لاستحضار حالة التأمل البوذية «زِن»، مُخبرًا الجميع أنهم يجب أن يكسروا الحواجز النفسية، وصولاً إلى الاستنارة. وبعد ذلك بيومين، وبعد جلسة محادثات ماراثونية استمرت طوال الليل، تمكن المفاوضون من التوصّل في النهاية إلى اتفاق المناخ المعروف باسم «بروتوكول كيوتو». وكان هذا أوّل اتفاق ـ وهو الوحيد حتى الآن ـ يُرغِم الدول الغنيّة على الحدّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الأخرى.

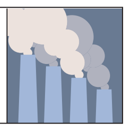
وقبل أن يجف حبر الاتفاقية، كان من الواضح أن البروتوكول يُواجه مستقبلاً متعثّرًا.. فرغم توقيع الولايات المتحدة على المعاهدة، إلا أن الرئيس الأمريكي بيل كلينتون أشار إلى أن أكبر قوة اقتصادية في العالم لن تصدّق على الاتفاقية، مالم توافق الصين والدول النامية الأخرى على الحدّ من انبعاثاتها، وهو ما كانوا قد اعترضوا عليه قبل أن يخطو العالم المتقدّم هذه الخطوة. وبدخول «بروتوكول كيوتو» حيّز التنفيذ في فبراير 2005، كانت الولايات المتحدة قد انسحبت. وتعهّدت بقية الأطراف التي وقعت على الاتفاقية ـ 37 دولة من الدول المتقدمة، ودول الاقتصادات التي في طور الانتقال ـ على الحدّ من انبعاثات الغازات الدفيئة، لتنخفض عن مستويات عام 1990 بمعدل 4.2 % في الفترة الممتدة من 2008 إلى 2012.

وبانغلاق تلك النافذة، يمكن للبلدان التي تمسّكت بالمعاهدة أن تدّعي تحقيق بعض النجاح. وبشكل عام، حققت تلك البلاد أهدافها مع بعض الفائض، مخفّضة معدّل انبعاثاتها إجمالًا بحوالي 16 %، لكن معظم تلك التخفيضات جاءت بفضل قليل من الجهد، أو دونما جهد، وذلك بسبب تراجع الصناعات المنتجة لغازات الاحتباس الحراري في أوروبا الشرقية، وبسبب الأزمة الاقتصادية العالمية مؤخرًا.

أسهمت كذلك التخفيضات التي تعهدت بها الدول الصناعية بالنزر اليسير في مكافحة هذه المشكلة العالمية. وارتفع إجمالي الانبعاثات العالمية بنسبة 50 % منذ عام 1990، مدفوعة بالنموّ الاقتصادي في الصين وبلدان أخرى من آسيا وأمريكا الجنوبية وأفريقيا. في السنة «الأساس» 1990، أسهمت الدول المتقدمة ـ بما في ذلك الولايات المتحدة ـ بثلثي الانبعاثات العالمية. أما الآن، فقد انخفضت إسهاماتها إلى أقل من 50 %.

يقول أتي كورهولا، الباحث في السياسات البيئية في جامعة هلسنكي: «كان لاتفاقية كيوتو أثر محدود جدا على المناخ». ويضيف قائلاً: «لقد كان طموحها محدودا جدا، وكانت أدواتها خاضعة لعديد من النظم البيروقراطية، وكان فيها الكثير من الثغرات».

لقد علّمت المعاهدة واضعي السياسات دروسًا قيّمة، وربما تكون قد مهدت الطريق ووضعت الأساس لمزيد من الجهود الطموحة. لقد «كانت اتفاقية كيوتو تجربة سياسية كبيرة، وقدمت دروسا مهمة يجب الاستفادة منها لأجل المُضِيّ قُدُمًا. وكان لها عيوبها ـ ولا عجب في ذلك، فمن النادر أن توضع السياسات بشكل صحيح من المرة



ما بعـد كيوتـو
تراث معـاهـدة المنـاخ
nature.com/kyoto

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأولى ـ لكن الهيكل العام ما يزال مفيدًا»، حسب قول روجر پايلكه جونيور، الذي يدرس الطاقة وسياسة الابتكار بجامعة كولورادو في بولدر.

إرث ثقيل

لقد غُرست بذور المشاكل التي تصدَّت معاهدة كيوتو لحلها قبل صياغتها بفترة طويلة. ويرجع عديد منها إلى شهر يونيو 1992، عندما حاول المفاوضون في «قمة الأرض» ـ التي عُقدت في ريو دي جانيرو بالبرازيل ـ أن يبلوروا «اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي» ¬(UNFCCC)، وهي المعاهدة الجامعة التي ستشمل اتفاقية كيوتو. كان المفاوضون في ريو دي جانيرو لا يزالون عاكفين على صياغة الوثيقة قبيل ساعات من وصول رؤساء الدول للتوقيع عليها. وتحت ضغوط من الوقت والتوقعات العالية، اضطر المندوبون للاقتباس بكثافة من المعاهدات السابقة، بما في ذلك اتفاق الحد من التسليح النووي بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي (السابق) واتفاقية مونتريال في عام 1989، التي وُضعت لحماية طبقة الأوزون، كما تقول جوين پرِنز، التي تدرس السياسات البيئية بكلية لندن للاقتصاد، وعملت مستشارًا للوفد البريطاني المفاوض عام 1992.

تقول جوين پرِنز إن الفكرة الأساسية كانت استبدال ثاني أكسيد الكربون CO2 مكان الرؤوس الحربية النووية على هذه الدرجة من السهولة». وتتابع بقولها: «لكن اتضح أن تغيّر المناخ وَحْش أكثر شراسة بكثير ـ علميا واقتصاديا ـ مقارنةً بكيمياء طبقة الأوزون، أو الحد من الأسلحة النووية».

تسبّب اجتماع عُقد في برلين عام 1995 في خلق مشكلة رئيسة أخرى، عندما قررت أطراف اتفاقية الأمم المتحدة المبدئية بشأن التغيّر المناخي تقسيم العالم إلى فئتين؛ من أجل المعاهدة المستقبلية. ستكون هناك مجموعة من الدول الغنيّة التي تضطلع بمسؤوليات مناخيّة طموحة، ومجموعة من الدول ذات الاقتصادات الأقل نموًّا ـ بما فيها الصين ـ بدون مسؤوليات.

هذا القرار، المندرج في إطار اتفاق يُعرف بـ«تفويض برلين»، لم يلق قبولًا جيدًا من ساسة الولايات المتحدة. ففي صيف 1997، أعلن روبرت بيرد، عضو مجلس الشيوخ الديمقراطي عن ولاية فرجينيا الغربية، وأحد كبار الساسة الأمريكيين في وقته: «إن تفويض برلين ـ الذي يتيح للعالم النامي التخلص من أزماته مجانًا ـ من شأنه أن يلحق ضررًا بالغًا بالبيئة العالمية في السنوات المقبلة».

وقد وافقه زملاؤه. وصوّت مجلس الشيوخ الأمريكي 95-0 لصالح اقتراح يطالب الدول النامية بالمشاركة في الالتزام بالحدّ من الانبعاثات. ونظرًا إلى أن اتفاقية كيوتو لم تتضمن أي التزامات من هذا القبيل، فلن تقبل الولايات المتحدة ـ أكبر منتِج في العالم لغازات الاحتباس الحراري آنذاك ـ بالامتثال لها.

وكانت كل من البلدان الصناعية التي التزمت بالمعاهدة مقيّدة بالتزامات فردية، استنادًا إلى حالتها الاقتصادية ومزيج الطاقة المستخدم وقتذاك (انظر «التقدم غير المتكافئ»). من بين الدول المتقدّمة، وافقت كل من ألمانيا والدنمارك على خفض انبعاثاتها بنسبة 21% مقارنةً بمستويات عام 1990، في حين سُمح للبرتغال ـ ذات الاقتصاد الأقل نموًّا ـ بزيادة انبعاثاتها بنسبة 27 %.

شملت اتفاقية كيوتو أربعًا من غازات الاحتباس الحراري الرئيسة ـ ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز، وسادس فلوريد الكبريت ـ ومجموعتين أخريين من الغازات: هيدروفلوروكربون، والمركبات الكربونية المشبعة بالفلور، لكنها لم تشمل قوة أخرى مساهمة في الاحترار: جزيئات السخام السوداء الناتجة عن الاحتراق غير الكامل للخشب والوقود الأحفوري.

ويمكن للبلدان الوفاء بالتزاماتها عن طريق خفض الانبعاثات الخاصة بها، أو عن طريق شراء حصص انبعاثات من دول أخرى تجاوزت مستوى التخفيضات المطلوبة منها. كما يمكن للبلدان الغنية أيضًا الحصول على رصيد (خفض انبعاثات) بالاستثمار في تقنيات منخفضة الكربون بالبلدان النامية.

كانت المهمّة سهلة بالنسبة إلى معظم دول وسط وشرق أوروبا: فالانبعاثات الصناعية كانت مرتفعة في السنة الأساس، لكنها انخفضت إلى المعدّل المطلوب عند توقيع المعاهدة. وبحلول عام 2010، كانت انبعاثات روسيا من ثاني أكسيد الكربون أقل بنسبة 34 % مما كانت عليه في السنة الأساس (مع استثناء تخفيضات تعزى لتغير استخدام الأراضي) كما انخفضت انبعاثات أوكرانيا بنسبة 59 %. وتمكنّت المملكة المتحدة بسهولة أيضا من تحقيق هدفها في خفض انبعاثاتها بنسبة 12.5 %، وذلك بفضل إغلاق عديد من مناجم الفحم، وما تبعه من انخفاض مماثل في استهلاكه.

ومؤخرًا، ساعد الانكماش الاقتصادي على الحدّ من الانبعاثات. ويقدر الخبراء الاقتصاديون أن انخفاض استهلاك الطاقة بين عامي 2007 و2008 قد أدى إلى تراجع الانبعاثات من البلدان المنضوية تحت بروتوكول كيوتو بنسبة 2 %، وأن هذا الانخفاض مستمر، بسبب التعثّر الاقتصادي.

وقد تضاءلت أهمية هذه الانخفاضات التي تحققت بموجب المعاهدة، نظرًا إلى ازدياد انبعاثات لا يغطيها الاتفاق، ولا سيما في آسيا. فمنذ 2000، تضاعفت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ثلاث مرات في الصين تقريبًا، وبلغت حوالي 10 مليار طن، كما تضاعفت تلك الصادرة عن الهند إلى نحو 2 مليار طن.

ويرجع ارتفاع الانبعاثات الآسيوية جزئيًّا إلى هجرة الصناعات الثقيلة من الدول المتقدمة إلى الدول النامية، التي تصنع المنتجات، ثم تشحنها بعد ذلك إلى الدول الغنية. فقد ارتفع معدّل الانبعاثات الكامنة في هذه المنتجات بين عامي 1990، و2010 بمعدل قدره 10 % سنويا، بإجمالي سنوي قدره 1.4 مليار طن، مما يتجاوز إجمالي خفض الانبعاثات التي تحققت في إطار اتفاقية كيوتو، حسب قول جلين پيترز، الباحث في السياسات المناخية بـ«مركز الأبحاث الدولي للشؤون المناخية والبيئية» في أوسلو. لذا.. يمكن القول إن المكاسب التي حققتها المعاهدة كانت خادعة، كما يرى ديفيد ڤيكتور، الباحث في سياسات الطاقة بجامعة كاليفورنيا في سان دييجو. ويضيف بقوله إن المعاهدة كانت تستند على «افتراضات اقتصادية مشكوك فيها، وأنظمة محاسبية مليئة بالثغرات».

«كانت اتفاقية كيوتو تجربة سياسية كبيرة، رافقتها دروس مهمة، يجب الاستفادة منها؛ لأجل المُضِيّ قُدُمًا»

المنطق الخاطئ

يقول أحد الافتراضات المشكوك فيه إن الوقود الأحفوري سيصبح نادرًا عمّا قريب، وسترتفع أسعاره سريعا؛ مما سيدفع البلدان إلى البحث عن مصادر طاقة بديلة، لكن العالم يشهد حاليا عودة كبيرة نحو استعمال الفحم، مدفوعًا بتوفر إمدادات أصبحت أرخص بكثير، مقارنة بأنواع الوقود الأخرى في كثير من أنحاء العالم، حيث ارتفعت حصة الطاقة المستمدة من الفحم في السنوات العشر الماضية في البلدان النامية والبلدان المتقدمة. وكان هناك تحوُّل نحو الفحم في بعض أجزاء أوروبا، على الرغم من كون نظام الحد الأقصى والتجارة إلزاميًّا للحد من الانبعاثات. ونتيجة لذلك.. أصبح الإنتاج العالمي من الطاقة أكثر كثافة بالكربون خلال العقد الماضي.

ويبدو أن آباء اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي وبروتوكول كيوتو (UNFCCC) قد «استهانوا جدًّا بكمية الهيدروكربونات الدفينة بباطن الأرض»، حسب قول أوتمار إدنهوفر، كبير الاقتصاديين بمعهد پوتسدام لأبحاث التغيّر المناخي بألمانيا، والمستشار العلمي للجنة الحكومية المعنيّة بتغير المناخ (IPCC).

وقد جعلت هذه الاتجاهات في استخدام الطاقة من تثبيت الاحترار العالمي عند أقل من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي أمرًا مستحيلًا تقريبًا بالنسبة إلى البلاد المشاركة، وهي القيمة التي اختارها الاتحاد الأوروبي، باعتبارها العتبة التي من المرجح أن تمنع تغيّرًا خطيرًا للمناخ. وتشير الحسابات[1] إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون يجب أن تبقى تحت 1,000 مليار طن بين عامي 2000 و2050؛ لإعطاء العالم فرصة تصل إلى نسبة 75 %، لاحتواء ارتفاع درجات الحرارة حول درجتين مئويتين.

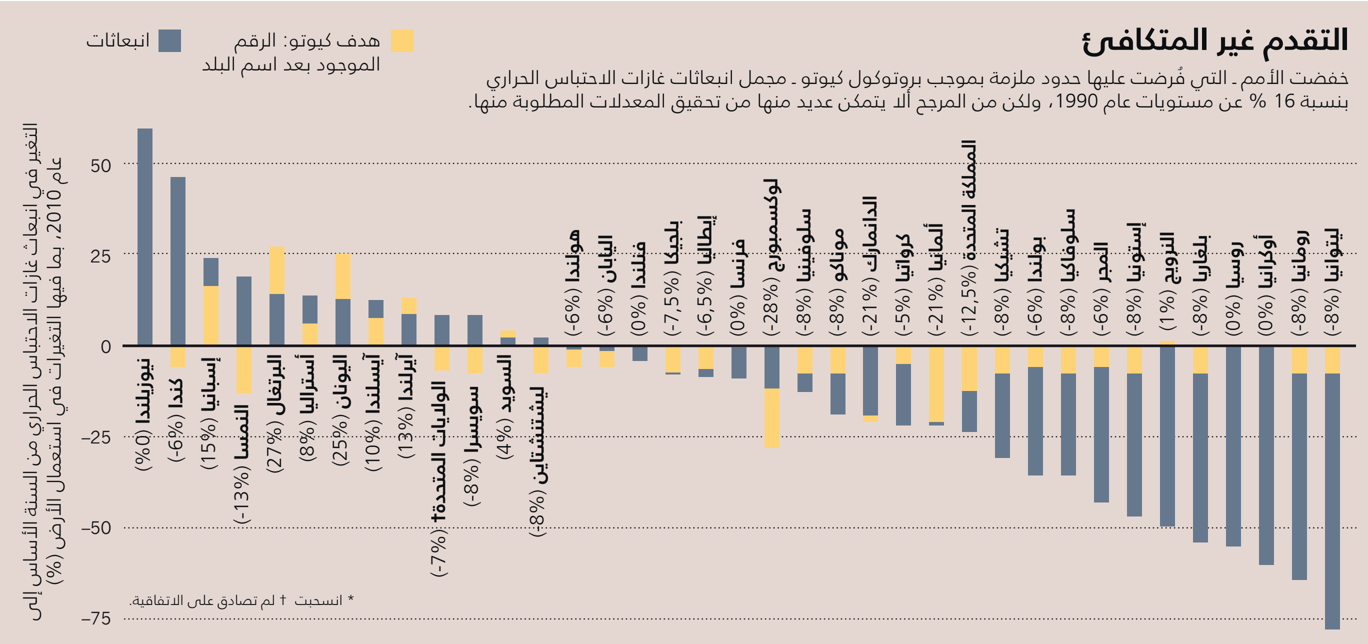
وقد تجاوزت الانبعاثات الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري وإزالة الغابات منذ عام 2000 حتى الآن 450 مليار طن من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وإذا استمر الاتجاه الحالي؛ فسيتم تجاوز هامش الألف مليار طن خلال فترة زمنية تتجاوز قليلًا عقدًا من الزمن.

وبرغم عيوبها، لم تفشل اتفاقية كيوتو فشلا ذريعا، حسب قول روبرت ستاڤينز، خبير الاقتصاد البيئي بجامعة هارفارد في كامبردج، ماساشوستس. ويتابع قائلاً: «بدلًا من الحكم على الاتفاقية بسبب خفض الانبعاثات الذي تحقّق، يجب النظر فيما إذا كانت قد وضعت العالم على المسار الصحيح، أم لا».

يقول ستاڤينز: «لا يمكن لأي عاقل أن يتوقع أن نظامًا مناخيًّا يعامل الصين كجنوب الصحراء الكبرى الأفريقية، ويستثني 50 بلدًا ناميًا يزيد دخل الفرد فيها عن مثيله في رومانيا، يمكنه أن يكون أكثر من مجرّد خطوة أولى حذرة». ويضيف قائلاً: «ما نحن بحاجة إليه هو ابتكار اتفاقية جديدة ممكنة التحقيق ذات أهداف مُلْزِمَة قوميًّا فيما يتعلق بالانبعاثات، بحيث يمكن لجميع الحكومات أن تعتمدها بواقعية».

ستترك اتفاقية كيوتو إرثًا قيّمًا، حسب قول إيفو دي بور، الأمين التنفيذي السابق لاتفاقية تغير المناخ، ومستشار شركة KPMG العالمية للتدقيق والاستشارات. فالمنهجيات التي وضعت للإبلاغ عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوطنية والتحقق منها، وتغير استخدامات الأراضي ستكون من العناصر المهمة عند وضع أي معاهدة للمناخ في المستقبل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



التقدم غير المتكافئ

خفضت الأمم ـ التي فُرضت عليها حدود ملزمة بموجب بروتوكول كيوتو ـ مجمل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة 16 % عن مستويات عام 1990، ولكن من المرجح ألا يتمكن عديد منها من تحقيق المعدلات المطلوبة منها.

SOURCE: NETHERLANDS ENVIRON. ASSESSMENT AGENCY/EC JOINT RES. CENTRE

وقد تمخّض هذا البروتوكول عن طريقة لتداول (مقايضة) انبعاثات الكربون فيما بين البلدان التي تصل الحدود المسموح بها. والاتحاد الأوروبي هو رائد نظام تداول الانبعاثات الذي بدأ في 2005، ومن الممكن أن يصبح سوق الكربون في يوم من الأيام مرتبطاً عالميًّا بنظام الحدّ الأقصى وتجارة ثاني أكسيد الكربون، حسب قول دي بور.

وهناك عنصر إضافي لاتفاقية كيوتو ـ آلية التنمية النظيفة (CDM) ـ التي وضعت طريقة تمكّن الدول الغنية من الحصول على أرصدة تساعدها على تحقيق أهدافها عن طريق خفض الانبعاثات في البلدان الفقيرة بطرق منخفضة التكلفة. وقد وُجِّهت انتقادات إلى آلية التنمية النظيفة، لكونها مثقلة بالنظم البيروقراطية، وأن بعض مشاريع التكنولوجيا النظيفة في البلدان النامية المموّلة من قبل الدول الغربية ربما قد بنيت من دون هذه الآلية. ومع ذلك.. فقد اجتذبت خمسة آلاف مشروع من مشروعات آلية التنمية النظيفة استثمارات تقدّر قيمتها بمائة مليار دولار. وقد تراوحت هذه المشاريع بين توفير المواقد التي تعمل بالطاقة الشمسية للقرويين في الريف الصيني إلى دعم مزارع الرياح في المكسيك، البالغة قدرتها الإنتاجية 100 ميجاوات.

يرى ڤيكتور أنه «بدون اتفاقية كيوتو لم يكن ليتحقق شيء على الإطلاق» في هذا المجال. ويودّ أن يرى معاهدة بديلة تُصاغ كاتفاقيات التجارة التي توضع بناء على استخدام افتراضات واقعية فيما يتعلق بالالتزامات، وتعتمد العمل المشترك. ويضيف قائلاً: «إن ما سيدفعه أحد البلدان للسيطرة على الانبعاثات يعتمد كثيرًا على ما سيدفعه كذلك منافسوه اقتصاديا». ويتابع بقوله: «يمكن للمعاهدات الأكثر مرونة أن تساعد البلدان على وضع اتفاقيات تعتمد فيها فعلًا على بعضها، حيث تتضاعف جهود أحد البلدان، لأنها تدفع الآخرين لبذل المزيد من الجهد».

اتبع المال

يتفق خبراء سياسة آخرون على وجوب أن تتخذ معاهدة المناخ المقبلة نهجًا أكثر واقعية من «الاتفاقية الإطارية» ومن «بروتوكول كيوتو»، الذي فشل في القضاء على أكبر الملوثات، بسبب اعتماده جزئيًّا مزيجًا من المبررات الأخلاقية والبيئية، بدلاً من المبررات الاقتصادية. يقول بايلكه إن «جعل الطاقة أكثر تكلفة هو مسؤولية سياسية في كل مكان». ويتابع أنه عندما يتعارض خفض الانبعاثات مع النمو الاقتصادي، فلا شكّ أن النمو الاقتصادي هو الذي سينتزع الفوز. لا يوجد حل سحري هناك، ولذلك.. من الأفضل وضع أهداف واقعية غير محكوم عليها بالتصادم مع قوانين السياسة الحديدية.

قالت فالنتينا بوسيتي، مصممة نماذج التأثيرات المناخية بمؤسسة «إيني إنريكو ماتي» في ميلانو، إيطاليا، وجيفري فرانكل، الاقتصادي بجامعة هارفارد، إنه ينبغي تخصيص معدّلات الانبعاثات بالنسبة لجميع البلدان بطريقة تعترف بتكاليف تطبيق اتفاقيات المناخ سياسيًّا واقتصاديًا، وذلك في ورقة نقاش وضعت خلال السنة الماضية[2]، فالصين ـ على سبيل المثال ـ يجب أن يُطلب منها فقط قبول معدّلات تتمكن من الالتزام بتحقيقها، دون التضحية بتطلعاتها التنموية، كما يجب تحديد أهداف أكثر صرامة للولايات المتحدة. ومع مرور الوقت، سيتم تعديل مستويات الانبعاثات لجميع الأمم تدريجيًّا، وفقًا لصيغة اقتصادية مشتركة.

إن إرفاق تكلفة بإنتاج غازات الكربون ـ من خلال آليات الحدّ الأقصى والمقايضة، أو فرض ضريبة مباشرة على الكربون ـ يساعد بتحفيز التقدّم التكنولوجي لوسائل تقلل انبعاثات الاحتباس. ويكمن التحدي ـ حسب قول بايلكه ـ في وضع السعر الصحيح، وتأكيد وصول العائدات إلى الاستثمارات التكنولوجية.

إن فرض ضريبة معتدلة على الكربون ـ لدى إزالة الوقود الأحفوري من الأرض ـ قد تحقّق نتائج أفضل لتحفيز الابتكار بمجالات التكنولوجية التي تجعل بنهاية المطاف مصادر الطاقة البديلة أرخص من الوقود الأحفوري، كما يقول بايلكه، لكنه نهج يجب أن يكون عالميًّا.

في ورقة حول السياسات[3] نُشرت في 2010، دعا بايلكه وبرينز و12 مشاركًا آخرين إلى اتباع نهج أكثر واقعية وتنوعًا، وأقل بيروقراطية من اتفاقية «بروتوكول كيوتو»، بحيث يُفطم الاقتصاد العالمي عن الكربون كمنتج ثانوي؛ للحد من الفقر، وزيادة فرص الفقراء في الحصول على الطاقة.

وتحاول المجموعة رفع التركيز عن ثاني أكسيد الكربون، الذي يتميز بدورة حياة طويلة بالغلاف الجوي، وتركز على خفض انبعاثات الكربون الأسود وغاز الميثان، التي لا يستمر وجودها طويلا. وهذا من شأنه ـ حسب مؤلفي البحث ـ إبطاء الاحترار العالمي بشكل أسرع، وتوفير الوقت للانتقال إلى اقتصاد منخفض الكربون. ويرى الباحثون أيضا أن تتجنب مفاوضات معاهدة الانبعاثات المقبلة مواضيع مثل إزالة الغابات، واستخدام الأراضي، ونوعية الهواء، والتكيف، التي من شأنها أن تعقّد صياغتها كثيرًا.

إن هذا الاتفاق سيأخذ شكله ببطء على مدى سنوات قليلة قادمة. ففي مؤتمر كوبنهاجن عام 2009، فشلت الدول في وضع معاهدة متابعة لـ«بروتوكول كيوتو». ومع ذلك.. ففي السنة قبل الماضية، في ديربان بجنوب أفريقيا، اتفقت البلدان ـ بما فيها الصين والولايات المتحدة ـ على مناقشة معاهدة جديدة بشأن المناخ بحلول عام 2015. وإذا كان للماضي أن يعطي أي إشارة، فإن التفاصيل النهائية لذلك الاتفاق لن تتضح قبل أن يصل المندوبون ـ الذين جافاهم النوم ـ إلى الموعد النهائي لدورة التفاوض النهائية.

تُرى، هل سيتمكن العالم من إيجاد حل لهذه المشكلة المستعصية حتى الآن؟ يقول دي بور ـ الذي ترأس مفاوضات كوبنهاجن غير الناجحة ـ إنه «واثق من ذلك»؛ لكنه ليس مقتنعًا بأنه سيأتي في الوقت المناسب. ■

كيرين شيرماير: مراسل مجلة «نيتشر» في ميونيخ، ألمانيا.

1. Meinshausen, M. *et al. Nature* **458,** 1158–1162 (2009).
2. Bosetti, V. & Frankel, J. *Sustainable Cooperation in Global Climate Policy: Specific Formulas and Emission Targets to Build on Copenhagen and Cancun* Discussion paper 2011-46 (Harvard Project on Climate Agreements, 2011).
3. Prins, G. *et al. The Hartwell Paper: A New Direction for Climate Policy After the Crash of 2009* (LSE, 2010).

تعليقات

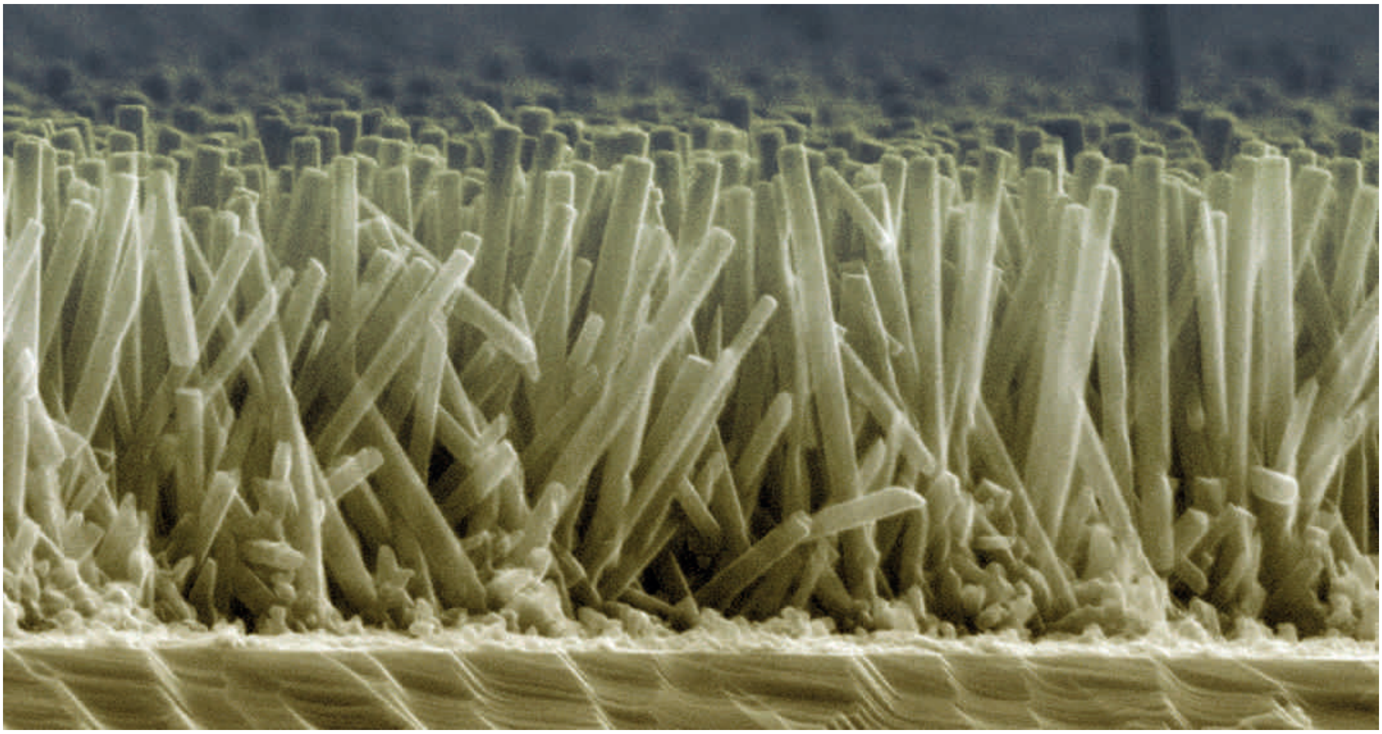
كيوتو خطط تسعير الكربون الصغرى تضع الانبعاثات تحت الاختبار **ص. 42**

هندسة حياة الرجل الذي جعل ناطحات السحاب تتحمل الرياح **ص. 46**

س و ج كاميلا سيمان مصوِّرة الجبال الجليدية وسُحُب العواصف الرعديّة **ص. 49**



تأبين فاريش جينكِنز عالم حفريات وخبير في التشريح ومستكشف وفنان **ص. 52**



PEIDONG YANG/UNIV. CALIFORNIA BERKELEY/SPL

أسلاك نانوية مصنعة من أكسيد الزنك، كما تظهر تحت مجهر المسح الإلكتروني، ويبلغ قياس قطرها نانومترات قليلة.

من أجل أبحاث مفتوحة المصدر في مجال تكنولوجيا النانو

جوشوا م. بيرس يطرح رؤيته عن وجوب إزالة مجموعات براءة الاختراع من أجل الدفع بالابتكار في الأبحاث على مستوى النانو.

يمرّ أي مبتكِر يرغب في العمل في مجال تصنيع منتجات قائمة على أنابيب كربون نانوية وحيدة الجدار، أو في بيعها بالولايات المتحدة الأمريكية، عَبْرَ أكثر من 1600 براءة تذكر[1] تلك الاختراعات. كما يجب عليه أن يحصل على مجموعة من التراخيص فقط لاستخدام ذلك الشكل الأنبوبي من الجرافيت الموجود في الطبيعة، والمشكل من صفيحة بسمك ذرة واحدة، لأن عديدًا من براءات الاختراع تطرح ادعاءات ملكية واسعة: أنبوبة نانوية على سبيل المثال تغطي «تركيبًا من المواد يتكون حوالي 99% من وزنه على الأقل من جزيئات الكربون وحيدة الجدار». وعشرات أخرى تتداخل ادعاءات ملكيتها.

تلك المجموعات من براءات الاختراع ـ التي تشمل أقسامًا كاملة من تكنولوجيات النانو والطرق الأساسية والعلم ـ تعوق تكنولوجيا النانو، حيث يرفع الإفراط في براءات الاختراع من التكلفة، ويبطئ التطوير التقني، ويزيل من النطاق العام للمعرفة الأساسية والسيطرة على المواد على كلا المقياسين الذرّي والجزيئي (1-100 نانومتر).

تظهر مجموعات براءات الاختراع في مجالات أخرى عالية التقنية، لكن تظل العواقب في مجال تكنولوجيا النانو فاجعة، نتيجة لحداثة وإمكانات ذلك المجال. وتختنق التطورات بمختلف المجالات عند الميلاد، لأن تيار الابتكار يُنتهك في الأغلب مبكرًا عبر براءات الاختراع المتوسعة، في حين نشأت الحوسبة وعلوم الليزر والبرمجيات في بداياتها[2]، دون مماحكات براءات الاختراع.

NATURE.COM
للمزيد عن تأثير استثمارات تكنولوجيا النانو، انظر:
go.nature.com/inicdx

وتقدم تكنولوجيا النانو أملاً في التمكن من تشكيل المواد بنفس السهولة التي تجري بها البرمجة. وأعتقد أن ذلك العمل ينبغي أن يتبنى نهج «المصدر المفتوح»[3] الذي أثبت نجاحه البالغ في تطوير البرمجيات، كما ينبغي أن تتاح كل أبحاث وابتكارات تكنولوجيا النانو الممولة حكوميًّا للجميع، وبالمجان، وأن يجرى توقيف ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لنشاط براءات اختراع تكنولوجيا النانو وتطبيقات علوم الكمّ الأساسية التي تتفرع منها معظم التطورات.

قيود الملكية الفكرية

إن تكنولوجيا النانو عمل استثماري كبير. ووفقًا لتقرير «ساينتيفيكا للاستشارات التكنولوجية Cientifica» لعام 2011، استثمرت الحكومات حول العالم أكثر من 65 مليار دولار في مجال تكنولوجيا النانو خلال الأحد عشر عامًا الماضية. وأسهم القطاع بأكثر من 250 مليار دولار في الاقتصاد العالمي في عام 2009، ويتوقع أن يصل إلى 2.4 تريليون دولار سنويًّا بحلول عام 2015، وفقًا لأبحاث محللي شركة «لاكس ريسيرش» للاستشارات التكنولوجية. وقد استثمرت الولايات المتحدة منذ عام 2001 بالمبادرة الوطنية للتكنولوجيا الحيوية 18 مليار دولار. وسوف تضيف الموازنة الفيدرالية للولايات المتحدة إليها 1.8 مليار دولار، حيث حفز ذلك الاستثمارُ التكثيفَ الشديد لبراءات الاختراع من مجالي الصناعة والأكاديميا.

ويرتفع عدد نماذج براءات اختراع تكنولوجيا النانو المقدمة لـ«مكتب براءات الاختراع والعلامات التجارية الأمريكي USPTO» كل عام، وتُوُقِّع له أن يتجاوز 4000 نموذج في عام 2012. ويمكن لأي شخص يكتشف عملية، أو آلة، أو صناعة، أو تركيب مادة، أو أي تحسين جديد ومفيد أن يحصل على براءة اختراع تمنع الآخرين من استخدام ذلك التطوير، ما لم يكن لديهم إذن من مالك براءة الاختراع.

ومع زيادة تشغيل الجامعات كشركات، يضطر أعضاء هيئات التدريس لحصر الاطلاع على نتائج أبحاثهم بتحويلها إلى ملكية فكرية (IP)، برغم أن أبحاثهم يتم تمويلها بشكل كبير من خلال دافعي الضرائب. وقد مكَّن تمرير قانون «بايه ـ دول Bayh–Dole» جامعات الولايات المتحدة في عام 1980 من إعادة حق الاحتفاظ بملكية منتجات الأبحاث المموَّلة فيدراليًّا، التي سبق أن تم منح ترخيصها بطريقة غير حصرية لأي شخص.[4]

وتعوق براءاتُ الاختراع المتوسعة ـ التي تشمل «أحجار البناء» لتكنولوجيا النانو، كالنقاط الكمية، وأسلاك النانو، والفولرينات، وأنابيب الكربون النانوية وطرق صناعتها ـ المبتكرين الأخلاقيين، الذين يجب أن يبذلوا الوقت والمال للحصول على الترخيصات الضرورية؛ من أجل تجنب الدعاوى القضائية.[5]

ومن أمثلة براءات الاختراع التي تغطي المكونات الأساسية؛ تلك المملوكة من قِبَل مُصنِّع الرقاقات متعدد الجنسيات «إنتل»، وتشمل طريقة صناعة أي تركيب نانوي بقطر أقل من 50 نانومترًا تقريبًا، وآخر مُحتجز من قبل شركة «نانو سيستمز NanoSys» لتكنولوجيا النانو في بالو آلتو بكاليفورنيا، الذي يشمل المركبات المتكونة من مصفوفة وأي شكل من أشكال التركيب النانوي، بالإضافة إلى جامعة رايس في هيوستن بتكساس، المملتكة لبراءة اختراع تشمل «يحتوى تركيب المادة على الأقل بنسبة 99 % من وزنها على أنابيب الفوليرين النانوية».

وحاليًّا، نجد أن الأغلبية العريضة لاتفاقيات ترخيصات الملكية الفكرية المعلَنة على الملأ مقنَّنة، بمعنى أن شخصًا أو كيانًا منفردًا فقط هو مَنْ يستخدم تلك التكنولوجيا، أو أي تكنولوجيا معتمدة عليها[6]، ولا شك أن ذلك يصيب المنافسة والتطوير التكنولوجي بالشلل، لأن كل المكتشفين المستقبليين يتم استبعادهم من السوق، فيمكن لاتفاقيات التراخيص الحصرية لبراءات اختراع «أحجار البناء» أن تحصر مساحات كاملة من الابتكار المستقبلي.

كانت نتيجة تقييم مجموعة براءات اختراع أنابيب الكربون النانوية في عام 2006 صدور 446 براءة اختراع لأنابيب الكربون النانوية بالولايات المتحدة، بينما أقيمت 8557 دعوى من دعاوى المطالبات، وكانت 420 من دعاوى المطالبات تلك من نوع «أحجار البناء»[7]، فتخيل ما يمكن أن تتسبب فيه براءة اختراع مكافئة لفكرة أشباه الموصلات أو البرمجة الأساسية من تضييق على الإلكترونيات والبرمجة!

> **«وقف براءات الاختراع الخاصة بتكنولوجيا النانو الأساسية سيتيح ابتكارات أكثر مما هو موجود الآن»**

وقد نتجت تلك الشبكات الكثيفة من الحقوق المتداخلة جزئيًّا بسبب الطبيعة المعقدة التي يقوم عليها العلم. ويمثل التوغل في مجموعات براءات الاختراع صعوبة للمكتشفين وفاحصي براءات الاختراع على حد سواء، بسبب الطبيعة المتداخلة للمجال، وامتداده عبر مدى واسع من الصناعات. وتستخدم علوم النانو قاموسًا غنيًّا وسريع التطور من اللغة التقنية، فعلى سبيل المثال.. نستطيع وصف أنابيب الكربون النانوية كألياف نانوية، أو لويفات، أو صفائح أو أسطوانات نانوية، أو أسلاك نانوية. وتعتبر الإتاحة غير الكاملة للمعلومات والتدريب غير الكافي مشكلة ملحوظة[8] بالنسبة لفاحصي براءات اختراع تكنولوجيا النانو لدى «مكتب براءات الاختراع والعلامات التجارية الأمريكي».

وبالفعل يمكن أن تكون كلفة الحصول على التراخيص مرتفعة، لكن تكاليف التقاضي تكون أكبر، إذ أغرقت الرسوم القانونية ـ التي تصل إلى ملايين الدولارات ـ شركات تعمل في مجال تكنولوجيا النانو، مثل: «إفيدينت للتكنولوجيا Evident Technologies»، (حيث تكبدت رسومًا قانونية بلغت مليون دولار، مقارنة بـ 4 مليون دولار للممتلكات الثابتة)، و«لونا للابتكارات Luna Innovations»، (التي أمرتها هيئة المحلفين بدفع 36 مليون دولار، على الرغم من أن ممتلكاتها الثابتة تبلغ 20 مليون دولار). ولذا.. تُثْني تلك المخاطر الشركات الأخرى عن العمل في مجال تكنولوجيا النانو.

المصدر المفتوح كبديل

تفترض فورة الملكية الفكرية أن الحافز المالي ضروري للإبداع. وبدون «احتكار» السوق الذي تتيحه براءة الاختراع، سوف يتعثر تطوير المنتجات القابلة للتطبيق تجاريًّا، لكنْ هناك طريق آخر، كما تبين عقود من الابتكار المجاني مفتوح المصدر للبرمجيات، فالشركات الكبيرة القائمة على الإنترنت، مثل «جوجل»، و«فيسبوك» تستخدم ذلك النوع من البرمجيات، ويجني آخرون ـ مثل (ريد هات) صاحب إصدار «لينوكس» ـ أكثر من مليار دولار سنويًّا من بيع خدمات منتجاتهم التي طرحوها مجانًا.

ويترك نموذج المصدر المفتوح شركات تكنولوجيا النانو حرة في استخدام أفضل الأدوات والمواد والمعدات المتاحة. وبالفعل سوف تتوقف تكاليف التراخيص، لأن معظمها لن يكون ضروريًّا بعد ذلك. وبدون ملاذ الملكية الفكرية الاحتكاري، سيكون الإبداع ضرورةً لبقاء للشركات، فالانفتاح يختزل الحاجز الذي يعوق الكيانات الصغيرة البارعة عن دخول السوق.

ومجال تكنولوجيا النانو هو خليط من المعلومات، كمعادلة كيميائية، وبرمجيات، وأدوات تصميم ومعدات (كميكروسكوبات القوى النووية). وتستطيع جميعها أن تبني قواعد المصدر المفتوح، وقد اتخذت بالفعل بعض الخطوات في هذا الاتجاه.

وقد تأسس موقع (nanohub.org) الإلكتروني في عام 2002 بواسطة شبكة تكنولوجيا النانو الحسابية، بتمويل من «مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية NSF»، التي تشارك برامج المحاكاة القائمة على البرمجيات مفتوحة المصدر لأبحاث تكنولوجيا النانو، بالإضافة إلى المواد التعليمية، وتُستخدم محتوياتها عن طريق مئات الجامعات حول العالم، كما تنتشر أنواع أخرى من البرمجيات المجانية مفتوحة المصدر، من برامج ضبط الميكروسكوب.. إلى أدوات التصميم الجزيئي.

ومن البرامج التي تتبع نهج المصدر المفتوح أيضًا، تلك التي تشارك في خطط بناء بنود ملكية معدات علمية كبيرة وباهظة الثمن، ومنها ـ على سبيل المثال ـ فريق (SXM) بجامعة مونستر بألمانيا، تلك الجامعة التي تقدم تعليمات مجانية لبناء «ميكروسكوب مسح نفقي scanning tunnelling microscope». وقد احتفظ الفريق بحق بيع الآلة، لكنه أتاح قائمة بالمواد ومخططات الدوائر الكهربية والتعليمات الكاملة على الإنترنت (sxm4.uni-muenster.de)، بحيث يستطيع أي شخص بناءه. وتستضيف الجامعة شركة فرعية منفصلة تحقق أرباحًا بتقديم خدمات الإضافة، المشتملة على التحليلات وورشات العمل.

ويستند النقاد إلى أن المعدات والمواد التي تعتمد عليها شركات تكنولوجيا النانو في منتجاتها مختلفة كليًّا عن البرمجيات، بحيث تواجه صناعة تكنولوجيا النانو مفتوحة المصدر صعوبةً في جذب رأس المال اللازم لتوسيع نطاقها، لأن شركات المعدات مفتوحة المصدر الرائدة ـ «أدافروت Adafruit، وبيجيل بورد Beagle board، وتشامبي Chumby، وليكويدوير Liquidware، وسيد ستوديو Seeed studio، وسبارك فَن للإلكترونيات SparkFun Electronics» ـ صغيرة وجديدة، تختبر نماذج استثمار غير مُجرَّبة.

وتجني تلك الشركات الآن وعشرات غيرها، منها «أردوينو Arduino، وميكرشيد MakerShed، وسولاربوتيكس Solarbotics» ملايين الدولارات من الأرباح سنويًّا عبر توفير ودعم المعدات مفتوحة المصدر في مناطق تكنولوجية أخرى. وقد تم اعتماد «المتحكم الميكرو مفتوح المصدر آردوينو» ـ على سبيل المثال ـ عن طريق آلاف المشاريع، بما في ذلك الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتصنيع الطبقات المضافة. وتستخدم الطباعة بدورها في تصنيع أدوات تُستخدم

تلخيص

- تستخرج براءات اختراع تكنولوجيا النانو الأساسية بتوسع.
- تراخيص عديدة تحتاج إلى استخدام تقنيات «أحجار البناء».
- يختنق تيار تطوير الأفكار من أثر ذلك.
- يجب أن يتاح الوصول إلى أبحاث تكنولوجيا النانو المموَّلة من الأموال العامة.
- يجب أن يُعلَّق منح براءات الاختراع في علوم النانو الأساسية.



JOE RAEDLE/GETTY

يعالج باحث تكنولوجيا النانو رقائق السيليكون المستخدمة في الدوائر المتكاملة من خلال فرن الانتشار.

في تكنولوجيا النانو وتخصصات أخرى[9]، وتقود متوالية من الابتكارات، وصفتها «الإيكونوميست» بأنها تقود إلى «ثورة صناعية ثالثة».

مسار متجه إلى الأمام

إن وقف براءات الاختراع الخاصة بتكنولوجيا النانو الأساسية سيتيح ظهور ابتكارات أكثر مما هو موجود الآن. ولا بد من تنفيذ ثلاث خطوات في سبيل الوصول إلى ذلك. الأولى: يجب أن تصر «مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية NSF» ووكالات التمويل بالدول الأخرى على أن تُدفع الضرائب العامة مرة واحدة، وأنْ تتاح النتائج المنشورة من أبحاث تكنولوجيا النانو الممولة من الأموال العامة مجانًا على الإنترنت، ثم يتبع ذلك تأسيس بروتوكولات للمصادر المفتوحة، واستخدام قواعد البيانات، مثل «آركسيف arXiv ».

وينبغي أن تقر «مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية» سياسة عمومية لأبحاث تكنولوجيا النانو بالولايات المتحدة، مشابهة لتلك الموجودة بـ«المعاهد الوطنية للصحة NIH »، التي تنص على أن كل الأبحاث الممولة من خلال «المعاهد الوطنية للصحة» تكون مجانية، ومتاحة للعموم كشرط لقبول النشر، وكذلك يجب أن تدعم المؤسسة تمويل النشر المدفوع من قِبَل المؤلف، وعلى المدى الطويل يجب أن يعدل الكونجرس اتفاقية «بايه - دول» لاستبعاد تأمين الملكية الفكرية للابتكارات المموَّلة من المال العام.

إن الوصول الحر لوثائق أبحاث تكنولوجيا النانو المموَّلة من المال العام سيختزل التوسع الزائد في استصدار براءات الاختراع، من خلال التأكد من مقدرة فاحصي براءات الاختراع على الوصول إلى تفاصيل أكثر. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تضاعف النشاط التجاري، عن طريق تزويد المزيد من الأكاديميين والشركات بمعلومات محدَّثة طوال الوقت، كما يمكن أن يساعد الإشراف العام على مشاريع تكنولوجيا النانو على تهدئة المخاوف من الآثار السلبية المحتملة لتكنولوجيا النانو[10].

الثانية: يجب ألا تتحول كل الأفكار والابتكارات بقطاع تكنولوجيا النانو المموَّلة من المال العام إلى براءات اختراع، وفي المقابل يجب أن تظل في نطاق الملكية العامة، ويجب أن تودع تلك الأفكار بالصحف، أو على مواقع إلكترونية، مثل: (نانوهب nanohub).

الثالثة: يجب أن يُصدر «مكتب براءات الاختراع والعلامات التجارية الأمريكي» تعليقًا لمنح براءات الاختراع الخاصة بتكنولوجيا النانو الخاصة بالعلوم والمواد والفروض الأساسية. وببساطة، يجب ألا يكون تعريف سلوك جديد للمواد عند المقياس النانوي كافيًا، كادعاء لبراءة اختراع توقف الآخرين عن العمل على تلك المواد. ولا بد من تطبيق قانون براءة الاختراع الأمريكي الحالي على نطاق أضيق.

وما زالت الشركات والجامعات تستطيع الحصول على براءات اختراع لاكتشافات تطبيقية لتكنولوجيا النانو، يستطيعون من خلالها كسب استثمارات خاصة. وحتى إذا اختفى ربح تراخيص الجامعات للعلوم الأساسية، فإن ذلك يتم تعويضه من خلال مدفوعات النفقات العامة على الأبحاث التي تأتي من المنح المموَّلة فيدراليًّا بمعدلات غالبًا ما تفوق 50 % من دخل المنحة. ففي معهدي ـ الذي يجتذب أكثر بمرة ونصف المرّة من متوسط اتفاقات الترخيص الوطنية بالدولار ـ يزيد الدخل الكلي للمنح عن الترخيص الممنوح بمئة ضعف، ونادرًا ما يستفيد باحثون معيَّنون من امتيازات ملكية التراخيص.

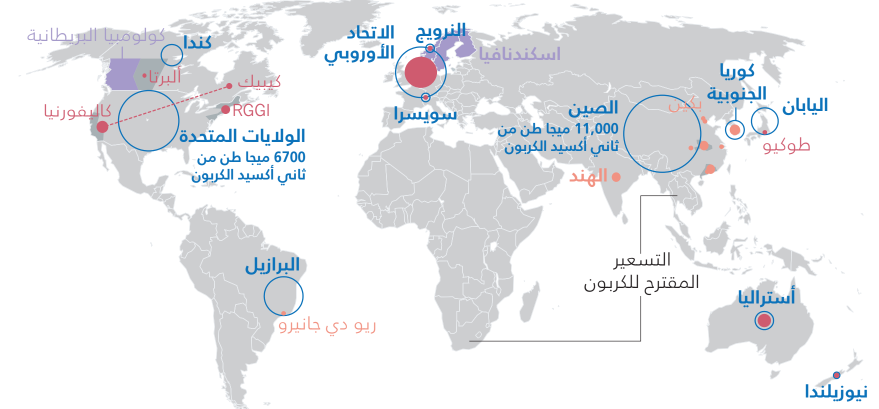
إن تلك التغييرات الثلاثة لمتطلبات الأبحاث المموَّلة من الأموال العامة، وتفسيرات براءات الاختراع بمجال تكنولوجيا النانو تكفل سوقًا مبتكرًا، وتفعِّل استثمارات دافعي الضرائب البحثية بأفضل طريقة ممكنة. ■

جوشوا م. بيرس: أستاذ مساعد بـ«معمل تكنولوجيا الاستدامة المفتوحة»، قسم علوم المواد والهندسة، وقسم هندسة الحاسب والهندسة الكهربية، جامعة ميتشيجان للتكنولوجيا، هوفتون، ميتشيجان 49931 ـ 129، الولايات المتحدة الأمريكية.
بريد إلكتروني: pearce@mtu.edu

1. Miller, J. C., Serrato, R. M., Represas-Cardenas, J. M. & Kundahl, G. A. *The Handbook Of Nanotechnology: Business, Policy, and Intellectual Property Law* (John Wiley & Sons, 2005).
2. Lemley, M. A. *Stanford Law Review* **58,** 601–630 (2005).
3. Mushtaq, U. & Pearce, J. M. in *Nanotechnology and Global Sustainability* (eds Maclurcan, D. & Radywyl, N.) 191–213 (CRC, 2011).
4. Makker, A. *Southern California Law Review* **84,** 1163–1203 (2011).
5. Heller, M. A. & Eisenberg, R. S. *Science* **280,** 698–701 (1998).
6. Tullis, T. K. *Nanotechnology Review* **1,** 189–205 (2012).
7. Harris, D. L. in *Nanotechnology & Society* (eds Allhoff, F. & Lin, P.) 163–184 (Springer, 2009).
8. Stiles, A. R. *Drexel Law Review* **4,** 555–592 (2012).
9. Pearce, J. M. *Science* **337,** 1303–1304 (2012).
10. Toumey, C. *Nature Nanotechnol.* **4,** 136–137 (2009).

مقايضو الكربون

هناك مدن ومناطق واقتصادات ناهضة تقوم باتباع نهج الاتحاد الأوروبي في إنشاء برامج لمقايضة انبعاثات الكربون. ويظهر الشكل حجم الكربون المسموح به (الدوائر المعبأة) بنفس مقياس أحجام الانبعاثات الصادرة من كل دولة (الدوائر الزرقاء)



○ الانبعاثات (2010) ● أنظمة المقايضة العاملة ● أنظمة المقايضة المُقَرَّة قانونيًّا (بحلول 2015) ● ضرائب الكربون المبادرة الإقليمية لغازات الدفيئة RGGI وحدة القياس: ميجا طن من مكافئ الكربون (متضمنًا إزالة الغابات)

تقليل الانبعاثات ومقايضتها؛ لإيجاد طاقة جديدة

يذكر **مايكل جروب** أن هناك تحالفًا جديدًا يقوم بتنفيذ برامج لمقايضة الكربون، بالرغم من المعوقات السياسية، وبالتالي يقوم بإعادة كتابة خريطة الدبلوماسية المناخية.

قبل حوالي 15 عامًا، قدم بروتوكول كيوتو مخططًا للمسار الذي يمكن بواسطته التقليل من زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وأحد الإجراءات الرئيسة وقتئذ التي طرحتها إدارة الرئيس الأمريكي الأسبق بيل كلينتون، تمثلت في التوسع في استخدام منطق السوق الحر، وذلك عن طريق تأسيس حصص نسبية (كوتا) من حقوق الانبعاثات؛ لتقليل مستويات التلوث، والقيام بمقايضة هذه الحقوق دوليًّا، وبالتالي السماح للسوق بإيجاد الطريقة الأقل سعرًا لتحقيق الهدف المنشود.

وبرامج سقف مقايضة الانبعاثات هي إحدى طريقتين لوضع سعر مالي للتلوث، والطريقة الأخرى هي الضرائب. وقد تم تنفيذ برامج مقايضة الانبعاثات بشكل ناجح من خلال قانون الهواء النظيف في الولايات المتحدة لعام 1990؛ لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت، وهو أحد مسببات المطر الحمضي.

قامت الولايات المتحدة بطرح نموذج دولي لمقايضة الانبعاثات في بروتوكول كيوتو، يسمح للدول الصناعية بتنفيذ التزاماتها لتخفيض الانبعاثات بأكبر قدر من المرونة، وذلك عن طريق شراء حقوق الانبعاثات عن طريق مشاريع في الدول النامية. كان هذا النموذج مهمًّا في الموافقة على تحديد سقوف وطنية لتخفيض الانبعاثات في فترة الإلتزام الأولى لبروتوكول كيوتو (2008-2012).

أثبت الوقت أنه كان طويلاً لدرجة كافية للاتفاق على نظام دولي وموحد لسقف مقايضة الانبعاثات. ولم تقم الولايات المتحدة بالمصادقة أبدًا على البروتوكول، كما تعرض «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات ETS» إلى عدة مشكلات. وبالرغم من ذلك.. حدث شيء غير متوقع، حيث ظهرت مجموعة من برامج صغيرة لتسعير الكربون حول العالم (انظر: «مقايضو الكربون»).

وهذا الزخم المتجدد يمكن أن يحقق نتائج مؤثرة.

طريق وعر

حتى لو كانت فكرة مقايضة الانبعاثات قد نشأت في الولايات المتحدة، فإنها أثارت إعجاب الاتحاد الأوروبي الذي قام بتطبيقها على ثاني أكسيد الكربون، بعد أن قام الرئيس الأمريكي جورج بوش بالتنكر لبروتوكول كيوتو في عام 2001. لقد كانت سرعة قيام الاتحاد الأوروبي بإنشاء نظام لمقايضة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتج عن محطات إنتاج الطاقة والصناعات وتسعيره في 27 دولة (إضافة إلى بعض دول الجوار) إنجازًا مذهلاً. وقد نشأ «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» عبر عدة مراحل.. ففي السنوات الثلاث الأولى (2005-2007) وصل سعر الكربون في نهاية هذه الفترة إلى الصفر في قطاع الصناعة، مما أثار الخشية من وجود نقص في حقوق الانبعاثات، لكن في واقع الأمر تم تحقيق فائض في هذه الحقوق، نتيجة الالتزام الزائد بتخفيض الانبعاثات.

وتزامنت المرحلة الثانية من برنامج مقايضة الانبعاثات الأوروبي مع فترة الالتزام الأولى لبروتوكول كيوتو، حيث حقق الاتحاد الأوروبي الفوز في معركة قانونية وسياسية تاريخية لفرض سقف للانبعاثات على كافة الدول الأعضاء في الاتحاد، بحيث يتلاءم السقف مع التزامات تلك الدول ببروتوكول كيوتو. ومن أجل تفادي حدوث انهيار آخر للأسعار، سمحت المعايير بإيداع فوائض حقوق الانبعاثات في «بنوك»؛ من أجل استخدامها لاحقًا. وفي السنوات الأربع الأولى من تطبيق «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» تم تقدير كمية الانبعاثات التي تم تخفيضها بحوالي 40-80 مليون طن، كمعدل سنوي، أو ما يقارب 2-4 % من مجمل الانبعاثات التي حددها السقف.[1]

وقام الاتحاد الأوروبي ـ مندفعًا بنجاحه الظاهر ـ بالترويج لسوق كربون دولية بطريقة العمل نفسها، وذلك في دول «منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية OECD» بحلول عام 2015، على أن تضم كافة الدول الرئيسة التي تسهم في الانبعاثات بحلول عام 2020. ومع وجود إدارة الرئيس باراك أوباما ـ الذي دعم خطة سقف مقايضة الانبعاثات في برنامجه الانتخابي عام 2008 ـ بدا وكأن مثل هذه الرؤية يمكن أن تتحقق، وفي الوقت نفسه بدأ الكونجرس الأمريكي في مناقشة قانون واكسمان – ماركي، الذي دار محوره حول مقايضة الانبعاثات.

وقد تدخلت عدة أحداث وعوامل لجعل الرغبة في إنجاح المقايضة باستخدام الكربون تتراجع. وأسهمت أزمة القروض في تقليص الثقة في الأدوات التجارية المعقدة، كما شهد «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» بعض الفضائح، مثل سرقة الحقوق من سجلات الانبعاثات، وحالات من الاحتيال المرتبطة بإدارة الضرائب المعقدة عبر الحدود.

انهار مشروع قانون واكسمان - ماركي في يوليو 2010 في مجلس الشيوخ الأمريكي، بناء على وجود إجماع في ذلك الوقت على أن الولايات المتحدة لن تجرؤ على المضي قُدمًا في تسعير الكربون، حيث إن الرأي العام لن يقبل أبدًا بفرض مزيد من الضرائب، كما أن مجلس الشيوخ رفض البديل الآخر والوحيد. وفي الوقت نفسه بدا واضحًا أن الاتحاد الأوروبي سوف يتجاوز أهدافه الموضوعة مسبقًا في تقليص انبعاثات الكربون في المرحلة الثانية من بروتوكول كيوتو، نتيجة الكساد الاقتصادي والتقدم الكبير الذي تحقق في مجال كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة.

ومن أجل إعطاء القطاع الصناعي المزيد من الوقت للتخطيط، تم تمديد نهاية المرحلة الثالثة من «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» حتى عام 2020، لكن اتضح أن هذا التأجيل وكأنه كأس مسموم. ففي واقع الأمر، يُعتبر فائض حقوق الانبعاثات الذي تحقق من المرحلة الثانية كبيرًا إلى درجة تغطية كل مستويات تخفيض الانبعاثات المخطط لها حتى عام 2020، وهذا ما يجعل السقف المحدد للمرحلة الثالثة غير مناسب. وبناء على ذلك.. تراجع سعر الكربون في «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» إلى حوالي 7 يورو (9 دولارات) لكل طن، وهو أقل من ثلث السعر الذي كان مقدرًا قبل حدوث الكساد الأوروبي. وهذا السعر القليل لن يقدم حوافز للاستثمار في التكنولوجيا منخفضة النسبة من الكربون، كما أنه أدى إلى تدمير العوائد التي كانت متوقعة لتوفير الدعم المالي لتقنيات مبتكرة، مثل احتجاز وتخزين الكربون. وعلى العكس من ذلك.. تمت العودة إلى الخطط القديمة بإنشاء محطات طاقة تعمل بالفحم الحجري، بافتراض أن فوائض الانبعاثات لـ«النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» سوف تعمل على إبقاء سعر الكربون منخفضًا حتى عام 2020. وبدون حدوث أي تغيرات مؤثرة.. فإن مستقبل «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» ـ بصرف النظر عن دوره في دفع مبادرات التقليل من الانبعاثات ـ يبدو قاتمًا.

وقد سارع الكثير من الخبراء إلى إعلان انهيار مفهوم مقايضة الانبعاثات، وقام الأكاديميون بوصف الأهداف والسقف المحدد للانبعاثات بأنها عملية سياسية تتجه «من أعلى إلى أسفل»، ولا تتزامن مع الوتيرة التي يسير بها العالم. وقدّمت نخبة من المفكرين والعلماء رؤية بديلة «من أسفل إلى أعلى»، تتمثل في جهود محلية للتخفيف من الانبعاثات، لا تعتمد على وجود سقف محدد للانبعاثات أو مفاوضات عالمية[2]. وأكدت مثل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هذه الإسهامات على أهمية السياسات المحلية، ومنحت اهتمامًا متجددًا لبرامج كفاءة الطاقة والابتكار، لكن الرؤية البديلة كانت هي الأخرى بعيدة عن الواقع، لأنها لم تكن قادرة على تقديم إجابات لثلاثة أسئلة أساسية.

السؤال الأول يتعلق بحقيقة أن الاستثمارات الكبرى تعتمد على العوائد الاقتصادية، ويتمثل فيما يلي: إذا لم تكن هناك تسعيرة للكربون، فلماذا سيختار المستثمرون عدم استخدامه؟ البديل هو وجود تنظيم تشريعي يستهدف تذبذب الأسعار، وهو أمر لا يحبذه النقاد المحافظون. والسؤال الثاني يتعرض لكيفية تقليل الانبعاثات من خلال مجموعة من الخطوات، وهو: لماذا لا يحفِّز تحديدُ غايات معينة على اتخاذ خطوات عملية لتقليل الانبعاثات؟ أما السؤال الثالث، فيشير إلى أن الابتكار يتطلب سنوات من التنمية والدعم والتسويق والنمو، بناء على احتمالات تحقيق الربح في الأسواق، ومضمونه هو: لماذا تنشأ تقنيات منخفضة النسبة من الكربون بشكل أسرع، بدون وجود أهداف محددة وأسعار واضحة لانبعاثاته تكافئ وتساعد على تمويل مثل هذه الابتكارات؟

يستخدم بعض المروجين لهذه الرؤية الجديدة مثال التراجع في انبعاثات الولايات المتحدة، بالرغم من عدم وجود سعر للكربون كدليل على نجاح المفهوم[3]، لكنها لا تتبع الرأي الذي يقول إن مقايضة الكربون وتسعيره ليسا مناسبين. لقد أسهمت عدة عوامل في تراجع انبعاثات الكربون من الولايات المتحدة؛ منها الأسعار العالمية العالية للنفط والفحم، وتقوية برامج كفاءة الطاقة وسياسات الطاقة المتجددة، وكذلك وجود كميات كبيرة من الغاز الصخري الرخيص. ولهذا.. تعتبر عوامل التسعير والعوامل غير المتعلقة بالأسعار في غاية الأهمية معًا. ولسوف يسهم الغاز الرخيص في تخفيض الانبعاثات، في حال حلّ مكان الفحم، لا مكان الطاقة المتجددة. ويمكن أن تنعكس النتائج الإيجابية في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في السنوات القادمة، في حال لم يكن هناك تسعير للكربون كاف لضمان أن يبقى الغاز أرخص من الفحم في إنتاج الطاقة.

القواعد الجديدة

في واقع الأمر، تمثل الأحداث الحالية تحديًا لكل من مفهوم التخطيط «من أعلى إلى أسفل»، والتخطيط «من أسفل إلى أعلى»، وكذلك الدور القيادي المفترض لحكومات الدول المتقدمة. ومع تباطؤ النمو على الصعيد الوطني، ووجود مزيج من المخاوف حول تغير المناخ، وأمن الطاقة، وتحفيز الاستثمار والابتكار، قامت عدة دول ـ ومنها دول ذات اقتصادات ناهضة ـ ومُدُن بالمضي قدمًا في عمليات فرض ضرائب محلية على الكربون، وتنفيذ سياسات مقايضة[4].

وقد سارعت الاقتصادات الآسيوية لملء الفراغ في سوق الكربون، ففي عام 2009 تبنَّت كوريا الجنوبية المنظومة الاقتصادية التحفيزية الأكثر توجهًا نحو البيئة بين كافة دول العالم، وتم إقرار تشريعات مقايضة الانبعاثات من البرلمان في مايو 2012. وبدءًا من عام 2015 سيقوم النظام بوضع سقف محدد للمرافق التي تُعتبَر مسؤولة عن 60 % من انبعاثات الدولة للكربون[5]. أما في الصين، فقد أطلقت اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح في يوليو 2010 مشروعا رياديا لـ «نطاقات تنموية منخفضة الكربون» في خمس مقاطعات وثماني مدن. وضمن الخطة الخمسية للدولة (2011-2015)، ستقوم خمس مدن (بكين، وتيانجين، وشانجهاي، وشونجكينج، وشينزين)، إضافة إلى مقاطعتين (جوانجدونج، وهوبي)، بتأسيس أنظمة ريادية لمقايضة الانبعاثات. وبناء على ذلك.. فإن تبنِّي نظام وطني لمقايضة الانبعاثات بحلول عام 2015 يبدو ممكنًا، لكن مع سرعة التنمية في الصين، فمَنْ يدري ما الذي يمكن أن يحدث!

وقامت الهند بتطوير نظام «نفِّذْ .. حقِّقْ .. قايِضْ» لتطبيق أهداف كفاءة الطاقة عبر ثلاث مراحل ما بين (2012-2020) فيما يتعلق بالقطاعات نفسها التي يغطيها «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات».

أما في الدول الأكثر ثراءً، فقد قامت بعض الحكومات الإقليمية بالمضي قدمًا في هذه السياسات. ففي أكتوبر 2012 نظّمت ولاية كاليفورنيا أول مزاد من نوعه لنظامها الخاص بمقايضة الانبعاثات، الذي ترتبط به أيضًا مقاطعة كيبك الكندية. ويُذكَر أنه في عام 2008 أقرَّت كولومبيا البريطانية أول نظام رئيس لضريبة الكربون، منذ أن أقرّته الدول الإسكندنافية قبل 20 عامًا، حيث وصل سعر الطن إلى 30 دولارًا في عام 2012. أما في اليابان، فقد أصبحت طوكيو في عام 2011 أول مدينة تتبنَّى نظامًا بلديًّا لسقف انبعاثات الكربون، وهو نموذج طبقته ريو دي جانيرو قبيل مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (ريو +20) في عام 2012 الذي عقد في البرازيل[5]. هذا.. بينما تمسكت أستراليا ببرنامجها المحلي، الذي دخل حيز التنفيذ في هذا الصيف على شكل ضريبة كربون لمدة 3 سنوات، تتحول في عام 2015 إلى نظام مقايضة مرتبط بـ«النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات». وقد أعلنت الحكومة الأسترالية في 9 نوفمبر 2012 أنها تنوي الانضمام إلى الاتحاد الأوروبي في توقيع فترة التزام ثانية لبروتوكول كيوتو.

«البرامج الصغيرة لتسعير الكربون يمكن أن تسهم في تحقيق استجابات فعالة»

بحلول عام 2013، ستكون حوالي نسبة 10 % من مجمل الانبعاثات العالمية مغطاة باسعار للكربون، بينما بحلول عام 2015 سترفع البرامج الكورية والصينية هذه النسبة إلى 15 %، مع وجود المزيد من الخطط قيد التطوير والظهور. ونتائج هذه الجهود لن تكون شبيهة برؤية بروتوكول كيوتو، أو فكرة الاتحاد الأوروبي عن سوق كبيرة لـ «منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية»، لكنها ستكون الخطوة الأولى الكبيرة نحو ظهور «تحالف الراغبين» الذي يتعامل مع تسعير الكربون بكونه عنصرًا رئيسًا في أي استراتيجية ذات مصداقية لنمو اقتصادي مستدام ذي نسبة منخفضة من الكربون.

إن الانقسام الثنائي ما بين سياسات «من أسفل إلى أعلى»، و«من أعلى إلى أسفل» هو انقسام خاطئ، ويماثل القيام بالجدال في «ما إذا كانت ناقلة نفط عملاقة تحتاج إلى محرك، أم إلى قبطان»، حسبما ذكرت كريستينا فيجيريس، السكرتير التنفيذي للاتفاقية الإطارية الدولية حول تغير المناخ، (انظر: go.nature.com/mievx3). إن «المحرك» الذي يتمثل في تخفيض الانبعاثات لا شك أنه يمثل سياسة «من أسفل إلى أعلى»، ويجب أن يتم دمج جهوده مع تلك المتعلقة بالكفاءة والتسعير والابتكار، غير أن استراتيجيات «من أعلى إلى أسفل» التي تتضمن أهدافًا وطنية ومفاوضات دولية تعتبر ـ في حد ذاتها ـ جوهرية من أجل توجيه تلك الجهود، والتصدي للمشكلات المشتركة، وتوفير الدعم الدولي المطلوب لتحقيق التقدم على مستوى عالمي.

وربما تكون الخطة الكبرى لبروتوكول كيوتو قد انتهت، وكذلك التصور المضاد لها. ويُلاحَظ أن سوق تسعير الكربون ينمو ويزدهر. ففي العام الماضي، أطلق مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ في دربان بجنوب أفريقيا المفاوضات الرامية إلى الوصول إلى توافق عالمي مشترك بحلول عام 2015؛ وهذا ما يمكن له أن يعزِّز ويساعد على ربط وتوجيه هذه الجهود الصادرة.

الخطوات القادمة

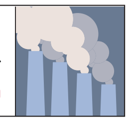
هناك ثلاثة أشياء ينبغي أن تُحَقَّق. أولاً: من الضروري أن تعيد الولايات المتحدة انضمامها إلى الجهود الدولية.. فمنذ وقوع الإعصار «ساندي»، فتح كل من مايكل بلومبيرج عمدة نيويورك، وكريس كريستي عمدة لوس أنجلوس النافذة السياسية لتجديد النقاش حول تغيُّر المناخ. وقيل إن إدارة أوباما تحتاج إلى إعادة تعزيز الرسالة التي مفادها أن التأثير المزدوج لعلوم المناخ واقتصاديات السوق يتطلب وجود سعر للكربون، سواء أكان عن طريق الضرائب، أم المقايضة.

ثانيًا: يحتاج الاتحاد الأوروبي إلى منظومة متناسقة من السياسات، تعالج قضايا كفاءة الطاقة والتسعير والابتكار. ويعتبر «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات» أداة من أجل التسعير، ومسارًا ممكنًا لتمويل مشاريع وإجراءات رفع الكفاءة والابتكار، لكن ذلك لا يشكل كل ما هو مطلوب. إن المشكلة الأهم حاليًا هي تحويل الاستثمارات من محطات الفحم الحجري الجديدة إلى مصادر أخرى للطاقة، منخفضة في نسبة الكربون. وهناك مبررات لإزالة الفوائض من حقوق الانبعاثات الناجمة عن «النموذج الأوروبي الريادي لمقايضة الانبعاثات»، وهذا ما يحدد السعر الأدنى للمزادات المستقبلية لهذه الحقوق، الذي يمكن بدوره أن يساعد على منع بناء محطات الفحم الجديدة، وجعل النظام ـ بشكل عام ـ أكثر صلابة تجاه الصدمات المستقبلية[6].

ثالثًا: تتخذ دول نامية عديدة في الأمم المتحدة مواقف تفاوضية سلبية خارجة عن سياق الواقع، وتتناقض أيضًا مع نموها الذاتي ومصالحها الاستراتيجية. وهذه ليست لعبة ذات نتيجة صفرية، كما أن الاستمرار في المساومة على «المشاركة في تحمُّل الأعباء» ليس حلًّا. ويجب على الاقتصادات الناهضة أن تتخلى عن لعبة إلقاء اللوم، وأن تستخدم المفاوضات الدولية لدعم جهودها المحلية؛ في سبيل أن تحل التنمية الناتجة عن مصادر الطاقة المستدامة والنظيفة مكان الطاقة كثيفة الكربون في سائر أرجاء العالم. ومع تنفيذ مثل هذه الخطوات والمبادرات في مواقع أخرى مختلفة؛ يمكن بناء تحالف قوي يحقق انخفاضًا مؤثرًا للانبعاثات، ويسهم في تعزيز التقدم نحو الاتفاق العالمي المستهدف بحلول عام 2015. ■

مايكل جروب: هو أستاذ «سياسات الطاقة والمناخ» في مركز كمبريدج لأبحاث التخفيف من تغير المناخ، كمبريدج CB3 9EP بريطانيا.
البريد الإلكتروني: mjg7@cam.ac.uk

1. Grubb, M. Laing, T., Sato, M. & Comberti, C. *Analyses of the Effectiveness of Trading in EU-ETS* (Climate Strategies, 2012).
2. Prins, G. & Rayner, S. *Nature* **449,** 973–975 (2007).
3. Lomborg, B. A fracking good story. *Project Syndicate* (13 September 2012).
4. Paterson, M. *Clim. Policy* **12,** 82–97 (2012).
5. Kosoy, A. & Guiogon, P. *State and Trends of the Carbon Market 2012* (World Bank, 2012).
6. Grubb, M. *Strengthening the EU ETS* (Climate Strategies, 2012).



ما بعد كيوتو
تراث معاهدة المناخ
nature.com/kyoto



PALLAVA BAGLA/CORBIS

يمكن لحبيبات ثاني أكسيد الثوريوم أن تُستخدَم كوقود نووي في المستقبل، إذا أمكن معالجة المخاوف المتعلقة بانتشار الأنشطة النووية.

مخاطر وقود الثوريوم

يحذر **ستيفن ف. آشلي** وزملاؤه من مسارات كيميائية بسيطة، تفتح آفاقًا لانتشار نووي متوقّع لذلك «الوقود المدهش».

يُوصف الثوريوم بأنه وقود محتمل رائع. ويعتقد مؤيدو تلك الفكرة أن ذلك العنصر يمكن أن يُستخدَم في جيل جديد من مصانع الطاقة النووية؛ لإنتاج طاقة آمنة نسبيًّا، منخفضة الكربون، وأكثر مقاومةً لخطر الأسلحة النووية المعتمدة على اليورانيوم. يقدم الثوريوم أيضًا بعض المنافع الأخرى، إلا أننا يمكننا القول إن تلك النقاشات العامة ـ أحادية الجانب بشكل كبير ـ مفادها أن: معالجة الثوريوم المشع بشكل كيميائي على نطاق صغير قد ينتج عنها نظير اليورانيوم الذي يمكن استخدامه كسلاح نووي؛ مما يثير المخاوف من انتشاره.

إن المخزون العالمي من الثوريوم غير محدد، لكن يُعتقد توفُّره في الطبيعة أكثر من اليورانيوم بثلاثة إلى أربعة أضعاف (انظر: «مخزون الثوريوم العالمي»). وغالبًا ما يوجد هذا المعدن الفضي الأبيض كبقايا أكسدة من تعدين العناصر الأرضية النادرة، كما توجد مخزوناته الضخمة في أستراليا، والبرازيل، وتركيا، والنرويج، والصين، والهند، والولايات المتحدة. وتستكشف الدول الثلاث الأخيرة من تلك الدول ـ بالإضافة إلى المملكة المتحدة ـ الاستخدامات المحتملة للثوريوم في برامج الطاقة النووية المدنية.

وتقترح مؤسسة «واينبرج» ـ وهي منظمة غير هادفة إلى الربح، ومقرها لندن، وتروِّج لتقنيات وقود الثوريوم كوسيلة لمقاومة التغيرات المناخية - كواحدةٍ من أصوات عديدة نشرَ مفاعلات ثوريوم جديدة قائمة على الأملاح المنصهرة. وقد تطورت مفاعلات الأملاح المنصهرة في الستينات من القرن الماضي، مستخدمةً وقودًا نوويًّا سائلًا، يمكن أن يتضمن الثوريوم، عوضًا عن قضبان الوقود الصلب، بزعم أنها أكثر فعالية، وأقل عرضة للحوادث المتعلقة بالانصهار من التقنيات الموجودة. ويتم السعي الآن ـ وخصوصًا من قِبَل الصين ـ وراء وحدات المفاعلات الصغيرة، كمفاعلات الغازات مرتفعة الحرارة HTGR، التي تقوم على الثوريوم الصلب كوقود لها.

يتكون الثوريوم الطبيعي تقريبًا بالكامل من الثوريوم 232 (Th_232)، وهو نظير غير قادر على الانشطار نوويًّا. ويتحول الثوريوم عند قذفه بالنيوترونات ـ عبر سلسلة من التحللات ـ إلى يورانيوم 233 (U_233)، وهو عنصر معمِّر وقابل للانشطار، وتبلغ فترة منتصف عمره 160 ألف عام، بالإضافة إلى ناتج جانبي، هو يورانيوم 232 (U_232)، الذي يتحلل إلى نظائر أخرى تُطلِق أشعة جاما الكثيفة التي من الصعب إقامة حاجز يحتويها. ومن الصعب التعامل مع الثوريوم المستهلك بطريقة نموذجية، ولذلك.. فهو عسير الانتشار.

وما يعنينا في الأمر رغم ذلك هو أن العمليات الأخرى التي قد تجري في المَرافق الأصغر، التي يمكن استخدامها لتحويل الثوريوم 232 إلى يورانيوم 233، مع التقليل من التلوث الناتج عن اليورانيوم 232 ـ مما يشكل خطرًا بالانتشار النووي، إذ يشكل الفصل الكيميائي لنظير وسيط كالبروتاكتينيوم 233 الذي يتحلل إلى اليورانيوم 233 مدعاةً للقلق على نحو واضح.

والثوريوم ليس طريقًا لمستقبل نووي خالٍ من مخاطر الانتشار، فما زال ينبغي تعزيز سياسات استخدام الثوريوم في الأنشطة النووية المصرح بها، كما أننا نحتاج إلى يقظة شديدة للحماية من الأنشطة غير الظاهرة التي يَدخلها هذا العنصر.

مسار البروتاكتينيوم

إن مسار تحلل الثوريوم مفهوم جيدًا. ويتشكل الثوريوم 233(Th_233) - الذي لديه فترة منتصف عمر تبلغ 22 دقيقة – من خلال قذف النظير النقي للثوريوم 232 بالنيوترونات، ومن ثَمّ فمن خلال تحلل بيتا، يتحول إلى برتاكتينيوم 233 (Pa_233)، وهو نظير يمتلك فترة منتصف عمر تبلغ 27 يومًا، ومن ثَمّ يتحول من خلال تحلل بيتا إلى يورانيوم 233 (U_233)، وهو العنصر الذي يمكن أن يخضع للانشطار. وتعتبر الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) أن ثمانية كيلوجرامات من اليورانيوم 233 كمية كافية لبناء سلاح نووي[1]، ولذلك.. يطرح اليورانيوم 233 مخاطر جمة تنجم عن انتشاره.

وعلى الرغم من أن اليورانيوم 233 لا يُستخدَم اليوم في المفاعلات التجارية، إلا أن الولايات المتحدة كدَّست منه طِنَّيْن أثناء الحرب الباردة. ويُعَد التخلص من معظمه عن طريق الدفن أمرًا خلافيًّا، يطرح مخاطر أمنية ووقائية كثيرة جدًّا، وفقًّا لتقرير[2] 2012.

وتستلزم الحاجة إلى المعالجة الكيميائية لفصل اليورانيوم 233 من الوقود النووي المستهلك بنيةً تحتيّةً أساسية، كمصانع معالجة كبيرة يصعب إخفاؤها. وفي وجود وقود الثوريوم؛ يعني وجود اليورانيوم 232 السام إشعاعيًّا أن الوقود المستهلك يجب التعامل معه باستخدام تقنيات التحكم عن بُعد، ومن خلال غرف احتواء مبطنة، وكلّ غرفة منها ذات سُمْك كبير. ويمكن للفصل الكيميائي للبروتاكتينيوم 233 ـ بعد تعرُّض الثوريوم لإشعاع النيوترونات لحوالي شهر ـ أن يسفر عن حد أدنى من التلوث باليورانيوم 232؛ مما يجعل الناتج الغني باليورانيوم 233 أكثر سهولة عند التعامل معه. وإذا كان بالإمكان استخلاص البروتاكتينيوم 233 النقي، فإننا نحتاج ببساطة إلى تركه للتحلل؛ لإنتاج اليورانيوم 233 النقي. وتكمن المشكلة في أن تعريض الثوريوم 232 لإشعاع النيوترونات يمكن أن يحدث في منشأة صغيرة ـ كمفاعل بحثي ـ والتي يوجد منها حوالي 500 منشأة حول العالم. ولا توجد حاجة إلى جعل الثوريوم 232 جزءًا من مركبات الوقود النووي، ولا حاجة كذلك إلى مشاركته في توليد الطاقة.

لقد تم اثبات أن حوالي 200 جرام من معدن الثوريوم يمكن أن تنتج جرامًا واحدًا من البروتاكتينيوم 233؛ وبالتالي يمكن إنتاج جرام واحد من اليورانيوم 233، إذا تم تعريضها لنيوترونات عند مستويات نموذجية في نطاق عمل مفاعلات الطاقة وبعض المفاعلات البحثية لمدة شهر، وبالتالي فصل البروتاكتينيوم[3]. لذا فإن ما نحتاجه للحصول على الثمانية كيلوجرامات اللازمة لإنتاج سلاح نووي هو فقط 1.6 طن من معدن الثوريوم. ويمكن الحصول عمليًّا على تلك الكمية من اليورانيوم 233 عن طريق تلك العملية في أقل من عام.

إن فصل البروتاكتينيوم من الثوريوم ليس بجديد، ونحن هنا بصدد تسليط الضوء على عمليتين كيميائيتين معروفتين ـ تقنيات الوسط الحمضي[3,4]، والاستخلاص الاختزالي[5-7] للبزموث السائل (انظر: «طرق للحصول على البروتاكتينيوم النقي») - تثيران قلقًا، وربما تكون هناك عمليات أخرى. وتستخدم كلتا الطريقتين معدات المعمل النووي القياسية والخلايا الساخنة، حيث يمكن معالجة المواد المشعة بها بطريقة آمنة، ولا تخضع تلك المعدات بالضرورة لمراقبة الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA).

تستخدم أكثر تقنيات الوسط الحمضي السائل انتشارًا ثاني أكسيد المنجنيز لترسيب البروتاكتينيوم في صورة أكسيد البروتاكتينيوم[4]. ويتم إذابة أي منتج من منتجات اليورانيوم السام إشعاعيًّا في حمض، ويُزال أثناء الترسيب. وكان باحثو معمل أوك ريدج الوطني بتينيسي يستخدمون تلك الطريقة في الستينات من القرن العشرين؛ لاستخلاص جرام واحد من البروتاكتينيوم 233 من 200 جرام من مركبات الثوريوم[3] المعرضة للإشعاع.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تكمن الصعوبة الأساسية في إنتاج 50 وات من الحرارة[3] من تحلُّل بيتا لكل جرام واحد من البروتاكتينيوم 233، الذي يعقّد مسألة التعامل معه. وليس من السهل التوسع في إنتاج البروتاكتينيوم 233، ولكن الإمكانية المحتملة للمعالجة بالتوازي لكميات ضئيلة تجعل قلقنا قائمًا حيال تلك التقنية.

لقد أُعيد النظر في الطريقة الكيميائية الثانية، التي تم اقتراحها في السبعينات من القرن العشرين (مراجع 5،7) لمفاعلات الجيل الثاني للأملاح المنصهرة (انظر المرجع 8 على سبيل المثال)، حيث استخدمت تلك المفاعلات وقودًا سائلًا قائمًا على الثوريوم، يحتوي على ملح قائم على الفلورايد بتركيب كيميائي قياسي[7] -$LiF-BeF_2-ThF_4-UF_4$. وتلك العملية عبارة عن تفاعلات اختزالية قائمة على الكيمياء الحرارية، باستخدام أكسدة تحت درجات حرارة مرتفعة، تتضمن عملية فلوَرَة (fluorination) من الدرجة الأولى، يليها استخلاص باستخدام البزموث المنصهر؛ من أجل الحصول على البروتاكتينيوم.

إن البنية التحتية للكيمياء الحرارية أكثر تعقيدًا من تقنيات الوسط الحمضي، والتوسع في إنتاجها يمثل تحديًا كبيرًا. وتعتبر تقنيات إعادة المعالجة الحرارية الكيميائية في بداياتها، لكنَّ قلقنا يتمحور حول استخدام تلك التقنية من خلال مجموعات صغيرة[9] لتكديس البروتاكتينيوم ببطء.

ونظرًا إلى حاجة مفاعلات الطاقة والأبحاث إلى معالجة الثوريوم بالإشعاع، فلا ينبع التهديد الأمني الأكبر من المنظمات الإرهابية فقط، ولكن ينبع أيضًا من الانتشار المتعمد لتلك المفاعلات بالأمم المتحدة. ولدينا ثلاثة أمور تتسبب في مخاوف كبيرة:

الأول: أنه يمكن استخدام تقنيات الطاقة النووية التي تنطوي على وقود ثوريوم معرَّض للإشعاع لفترات قصيرة؛ لجمع كميات من اليورانيوم 233 بطريقة خَفِيّة، من خلال دفعات متوازية أو منفصلة، وربما دون رقابة الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

الثاني: أن البنية التحتية اللازمة لمباشرة التقسيم الكيميائي للبروتاكتينيوم يمكن تأسيسها واكتسابها بطريقة خفيّة في معمل صغير.

الثالث: أن الدول الطامحة لتوسيع أنشطتها النووية قد تستخدم الثوريوم؛ للحصول على اليورانيوم 233؛ من أجل تصنيع الأسلحة النووية.

ولذلك.. ينبغي أن تُضَمَّن تلك الأمور الثلاثة في النقاشات حول سمات انتشار الثوريوم.

رصد الثوريوم

إن بزوغ تقنيات الثوريوم سوف يأتي بمشاكل، مثلما سيأتي أيضًا بمنافع. وهناك حاجة ملحّة إلى رصد ملائم للتقنيات النووية المصاحبة للثوريوم داخل المرافق المعلن عنها، وغير المعلن عنها. وتتحمل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومجموعة مورِّدي المواد النووية – وهي مجموعة الدول المتحكِّمة في الصادرات النووية - المسؤولية الواجبة لملاحظة تلك التطورات.

إننا نحتاج إلى خطوات جادة للسيطرة على المواد القائمة على الثوريوم المعرض للإشعاع النيوتروني بطريقة قصيرة الأجل. وبطريقة مشابهة.. ينبغي تجنب دورات الوقود النووي السلمي، التي تنطوي على إعادة معالجة الوقود القائم على الثوريوم بالمصانع.

تُعتبَر الخلايا الساخنة تقنيةً أساسيةً في فصل البروتاكتينيوم. ويتطلب البرتوكول الإضافي لاتفاقية الحد من انتشار الأسلحة النووية[10] كشف منشآت الخلايا الساخنة الكبيرة. وقد يكون من المهم أن يوضع حدّ معين لحجم المنشآت العاملة في هذا المجال، مع الإبقاء على مسارات البروتاكتينيوم في الاعتبار. إننا نشعر بالراحة، نتيجة أنّ منشآت الخلايا الساخنة الكبيرة يتم التعامل معها من قِبَل وكالة الطاقة الذرية كتقنيات نووية يمكن أن تكون «مزدوجة الاستخدام» لأغراض عسكرية أو سِلْميّة، لكن ـ رغم ذلك ـ ستظل المخاوف قائمةً دائمًا بسبب المنشآت الخفيّة غير المعلنة.

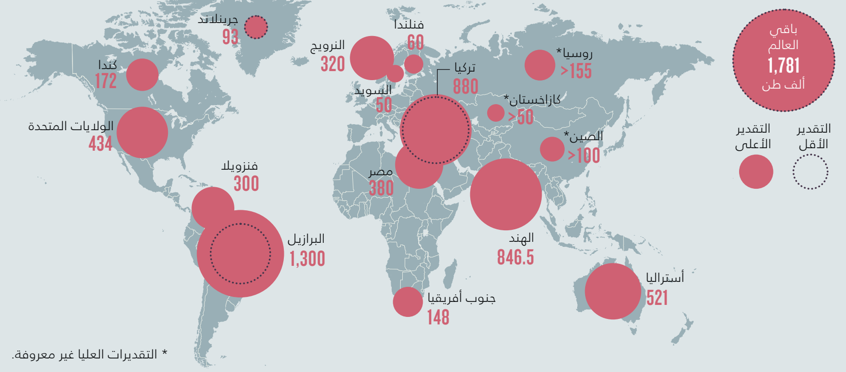
إنّ الثوريوم ليس عنصرًا حميدًا، كما أشير من قبل إليه. ولذلك.. فنحن ندعو إلى النقاش حول مخاطره المصاحبة؛ كي تطمئن نفوسنا ونتأكد من مستقبل نووي آمن. ■

ستيفن ف. آشلي: باحث مساعد، وجيفري ت. باركس أستاذ محاضر في الهندسة النووية بقسم الهندسة بجامعة كمبريدج، بالمملكة المتحدة. **ويليام ج. نوتال:** أستاذ الطاقة بقسم التصميم والتطوير والبيئة والمواد، الجامعة المفتوحة، ميلتون كينيس، المملكة المتحدة. **كولين بوكسال:** مدير طاقة لانكيستر، قسم الطاقة، جامعة لانكيستر، لانكيستر، المملكة المتحدة. **روبن و. جريمز:** مدير مواد الفيزياء بمركز الهندسة النووية، الكلية الملكية بلندن، لندن، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: sfa24@cam.ac.uk

1. International Atomic Energy Agency. *IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition* (IAEA, 2002)
2. Alvarez, R. *Managing the Uranium-233 Stockpile of the United States* (Institute for Policy Studies, 2012); available at http://go.nature.com/6exukv.
3. Codding, J. W., Berreth, J. R., Schuman, R. P., Burgus, W. H. & Deal, R. A. *Separation and Purification of a Gram of Protactinium-233* Atomic Energy Commission Report IDO 17007 (1964).
4. Katzin, L. I. & Stoughton, R. W. *J. Inorg. Nucl. Chem.* **3,** 229–232 (1956).
5. McNeese, L. E., Ferris, L. M. & Nicholson, E. L. *Molten-Salt Breeder Reactor Fuel Processing* Oak Ridge National Laboratory Technical Report No. CONF-720522-3 (1972).
6. Whatley, M. E., McNeese, L. E., Carter, W. L., Ferris, L. M. & Nicholson, E. L. *Nucl. Appl. Technol.* **8,** 170–178 (1970).
7. Shaffer, J. H., Moulton, D. M. & Grimes, W. R. US Patent 3,577,225 (1971).
8. Delpech, S. *et al. J. Fluorine Chem.* **130,** 11–17 (2009).
9. Grimes, W. R., Moulton, D. M. & Shaffer, J. H. US Patent 3,495,975 (1970).
10. International Atomic Energy Agency. *Model Protocol Additional to the Agreement(s) between State(s) and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards* INFCIRC/540/Corr (IAEA, 1997).

مخزونات الثوريوم العالمية

توجد أكسيدات الثوريوم والسيليكات والفوسفات حول العالم، جنبًا إلى جنب غالبًا مع العناصر الأرضية النادرة. ولا يُستخرج الثوريوم تعدينيًّا حتى الآن بشكل تجاري، ونسب تركيزه هي المعروفة بطريقة تقريبية فقط بمعظم الدول. وتعرض الأرقام التقديرات العليا لاحتياطيات الثوريوم المعروفة (بآلاف الأطنان).



SOURCE: URANIUM 2011: RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND (OECD NEA/IAEA; 2012).

كيمياء الثوريوم

طرق الحصول على البروتاكتينيوم النقي

تقنيات الوسط الحمضي

بعد تعريض المواد القائمة على الثوريوم للإشعاع لمدة شهر واحد، تُزال الأسطوانات، وتُذاب في حمض النيتريك[3,4]. ويمر الراسب الناتج بثلاث مراحل من التنقية. يُفصل البروتاكتينيوم أثناء المرحلة الثانية، عن طريق ترسيب مصحوب بثاني أكسيد المنجنيز MnO_2 (المرجع الثالث)، الذي يُفصل لاحقًا في المرحلة الثالثة باستخدام حمض الأيودين، ويحترق لينتُج أكسيد البروتاكتينيوم الذي يحتوي على البروتاكتينيوم 233 فقط. وتتحلل أي بقايا من البروتاكتينيوم 232 (فترة منتصف عمره 1.3 يوم) والبروتاكتينيوم 234 (فترة منتصف عمره 6.7 ساعات) ـ المتكونة من خلال التفاعلات المتنافسة ـ إلى اليورانيوم 232، واليورانيوم 234 ، وتُزال أثناء مرحلة الإذابة. وتُترك لتتحلل؛ ليتحول البروتاكتينيوم 233 إلى يورانيوم 233 عالي النقاء (أكثر من 99 %).

الاستخلاص الاختزالي للبيزموث السائل

يمر الفلورين فوق الوقود الملحي المنصهر المُعرض للإشعاع6؛ ليتحول ما يقرب من 99 % من اليورانيوم إلى UF_6 الذي يمكن إزالته[5-7]. ويوضع البروتاكتينيوم المتبقي ونواتج الانشطار واليورانيوم غير المتفاعل بعمود يحتوي على بيزموث سائل وليثيوم وثوريوم. وتُحفظ نواتج الانشطار في الملح، ويُستخرج البروتاكتينيوم واليورانيوم من البيزموث السائل. ويزال اليورانيوم المتبقي ـ بما في ذلك اليورانيوم 232، واليورانيوم 234، وكذلك النظائر الأخرى ـ بالمزيد من الفلورة (fluorination) للبيزموث. أما البروتاكتينيوم 233 المتبقي، فيكون عالي النقاء، ويتحلل إلى يورانيوم 233.



ناطحات السحاب ـ مثل مركز مجموعة سيتي جروب بنيويورك ـ يجب أن تتعامل مع الديناميات المعقدة للرياح.

هندسة

عبقري متمرِّد

يستمتع آلان ماكروبي بحياة المهندس المغامر، رائد حماية الجسور وناطحات السحاب من تأثير الرياح.

سيوبان روبرتس

يُعدّ كتاب «خبير الرياح» لسيوبان روبرتس جوهرة غير جذابة، وهو سيرة ذاتية لحياة رجل، ولمجال معين. ويحكي الكتاب قصة آلان دافينبورت والخمسين عامًا التي قضاها في إنشاء مجال هندسة الرياح؛ لمدّ الجسور بين كل من هندسة الموائع، وعلوم الأرصاد الجوية، والهندسة الإنشائية، والهندسة المعمارية.

ويكشف الكتاب عن الخلفية الدرامية لعديد من الهياكل والأبنية الأكثر إبداعًا في العالم، ونذكر من بينها هنا ـ على سبيل المثال ـ مركز التجارة العالمي، وسيرز، وأبراج سي إن، وجون هانكوك، ومركز سيتي كورب، بالإضافة إلى خلاصة وافية قابلة للمقارنة لمجموعة من الجسور الملحمية، وجميعها من منظور قدرتها على الصمود في مواجهة عواصف الرياح. وكشفت الاختبارات الأولى المبكرة لأنفاق الرياح ـ التي أجريت لمركز التجارة العالمي ـ عن الحاجة إلى نمذجة الرياح بطريقة أكثر واقعية. وقد حفّز هذا آلان دافينبورت على إنشاء نفق الرياح للطبقة الحدودية في جامعة غرب أونتاريو في لندن بكندا، وتم تصميم هذا المرفق لتكرار ومحاكاة الظروف المضطربة للغلاف الجوي السفلي.



خبير الرياح آلان ج. دافينبورت، وفن هندسة الرياح
سيوبان روبرتس
مطبعة جامعة برينستون (2012)
288صفحة، 29.95 $
أو 19.99 £

تُعدّ مثل هذه المشروعات كثيفة الاستثمارات، وغالبًا ما تتطلب مليارات الدولارات، وتعرِّض حياة آلاف البشر للخطر، إذا ما ضربتها الرياح العاتية. إن إمكانية بناء هيكل كامل؛ لرؤية ما سيحدث أمر صعب، مرورًا بعمليات الفيزياء المعقدة، والعمليات الرياضيات مستعصية الحل، أو التجربة النهائية الحاسمة. وهنا يصف الكتاب كيف استطاع دافينبورت أن يجمع بين نظرية واقعية، ونموذج اختبار دقيق؛ للحصول على تنبؤات رشيدة يمكن الاعتماد عليها.

ترسم روبرتس ملامح تحسن الإجراءات والنظرية مع كل تَحَدٍّ تمت مواجهته، فعلى سبيل المثال.. في وصفها لاجتماعات دافينبورت المصغرة مع ليزلي روبرتسون، المهندس الإنشائي لمركز التجارة العالمي ـ التي تمت في عام 1964 ـ يمكنك أن تستشعر حدوث عملية إنشاء لتصميم محكم يكسر الرقم القياسي، ونشوء أحد المجالات الجديدة، حيث استبدل دافينبورت القواعد البدائية المجربة للضغط الساكن بوضع قواعد تخصص علمي كامل. وعالج هذا التعقيدات واللاليقين بالنسبة للطبقة الحدودية للغلاف الجوي، والتعقيدات الديناميكية لتدفق الرياح، مثل سرعة الإيقاع، وتأثير الدوامات، بالإضافة إلى إجهادات وانشقاقات الرياح. وكان من نتائج عمل ذلك التصميم ـ الذي مهد بصورة حتمية لقراءة مؤثرة في ضوء أحداث 11 سبتمبر 2001 - أنْ ظهر نفق الرياح للطبقة الحدودية، واستمر ليصبح نقطة مركزية بالنسبة إلى مثل هذه الدراسات.

يوضح اثنان من المشروعات التي تمت دراستها في النفق إمكانية حدوث كارثة تشكِّلها ناطحات السحاب. ففي عام 1978، أدت مكالمة من طالب فضولي لمؤسسة الهندسة الإنشائية ـ التي أنشأت مبنى سيتي كورب، المكوَّن من 59 دورًا (المسمي الآن مركز سيتي كورب) والمقام الآن بالفعل بصورة متوازنة على أربعة أعمدة ضخمة مرتفعة عاليًا في قلب مدينة مانهاتن – إلى التعجيل بالإدراك الصادِم بأن الحسابات الرياضية الداعمة قد أغفلت أن تأخذ في حسابها الرياح «العاصفة» التي تضرب المبنى بزاوية 45 درجة.

وتمثل هذه القصة المعروفة في دوائر الهندسة الإنشائية أحد السيناريوهات الكابوسية أو الكارثية،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وتجسد الأدوار التي لعبها كل من دافينبورت وروبرتسون في عمليات الاختبار، والدور العلاجي الطارئ لدعم مرحلة التقوية التي تبعت ذلك.

وربما يكون انتقادي الوحيد للكتاب هو أن الطالب الذي أجرى المكالمة التليفونية لم يذكر اسمه، وأعتقد أنها دايان هارتلي، التي كانت حينئذ تدرس تحت إشراف الدكتور ديفيد بيلينجتون في جامعة برينستون، وهو حذف مدهش بالنسبة لطبعة الكتاب الصادرة من نفس الجامعة.

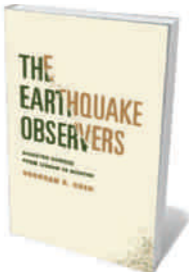
الحالة الصعبة الأخرى هي برج جون هانكوك في بوسطن، حيث كانت مشكلاته دقيقة، برغم كونها تحذيرية بالقدر نفسه، ومرة أخرى تضمنت القضية قوى الرياح الآتية من الاتجاهات التي لم تكن قد أُخذت في الحسبان، وتطلبت لجعل البنيان آمنًا مراجعة الإحكام لحالة التصلب والصمامات بتكلفة كبيرة. ومن الآن فصاعدًا، فسوف أحيل الطلبة والأساتذة على السواء لحساب روبرتس الواضح. لقد بدأتُ بالفعل أتساءل عما إذا كانت المحصلة النهائية للجهود التي بذلها دافينبورت طوال حياته كانت السماح للممولين بالإقامة ببنايات ذات ارتفاعات شاهقة، دون الإضرار الكبير بحياة المواطنين بالأسفل. ويركِّز الفصل الأخير على جهوده المصممة للتخفيف من آثار الكوارث على الفئات المعرضة للخطر ـ على سبيل المثال ـ في منطقة البحر الكاريبي، عمل دافينبورت على تصميم المنازل المقاومة للإعصار، وشارك في عديد من المبادرات الدولية التي عملت على تخفيف حدة الكوارث على النطاق الإنساني.

«يوضح اثنان من المشروعات التي تمت دراستها إمكانية حدوث كارثة تشكلها ناطحات السحاب»

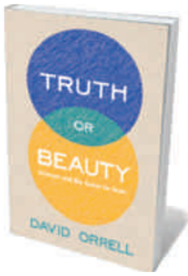
كتبت روبرتس كتابًا يخلو ـ إلى حد كبير ـ من المعادلات، يظهر فيه بوضوح ودقة وبطريقة جذابة التقنيات الدقيقة، مثل مرونة الهواء، ووصف دافينبورت الإحصائي لمعدل الضربات العاصفة للرياح. إن عباراتها الدقيقة الحية ـ مثل قولها عن الدوامات «دفع وإقحام لهيكل البناء بهذه الطريقة، مثل مجموعة من الفتوات المتنمِّرين» ـ سوف تسهم في بعث الحياة في محاضراتي المستقبلية. كنتُ قد قررت قبل قيامي بقراءة الكتاب، أن أبحث عن مأزقين محتملين، أولهما: هل يعترف الكتاب ببديل نظرية دافينبورت الإحصائية عن الرياح العاصفة، وهي نظرية التشويه السريع التي أعدها جوليان هنت؟، ووجدت بالفعل أن الكتاب قد تناولها، وثانيهما: هل سيعتمد تفسير واقعة انهيار جسر تاكوما في ولاية واشنطن الشهيرة عام 1940 على الوصف غير الدقيق لـ«الرنين» الذي تتبناه معظم الكتب النمطية في الفيزياء؟ لكني لم أجد أن الكتاب قد تناولها. وبدلا من ذلك.. تعطي روبرتس تغطية خالية من الأخطاء، لعمل قام به المهندسان روبرت سكانلان، وآلان لارسن ـ المنضم حديثًا ـ لعرض التفسير الفيزيائي لما حدث بالفعل. وعلى الرغم من كون هذا مجالي، إلا أنني تعلمت الكثير من كتاب روبرتس الجديد بالإعجاب، الذي حظي باحترام كبير لدى دافينبورت ومَنْ أرَّخ له. ■

آلان ماكروبي: قارئ في مجال الهندسة الإنشائية في جامعة كمبريدج بإنجلترا.
بريد إلكتروني:fam@eng.cam.ac.uk

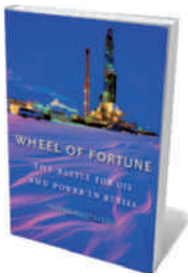
ملخصات كتب



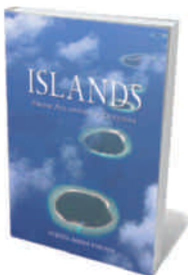
راصدو الزلازل: علم الكوارث من لشبونة إلى ريختر
ديبورا ر. كوين، مطبعة جامعة شيكاغو، 360 صفحة، 35 $ (2012)
من النادر أن يكون العلم المستمد من ملاحظات الجماهير بهذه الإثارة. تكشف ديبورا ر. كون كيف بدأ التاريخ المضطرب لعلم الزلازل بعلماء متجوِّلين يجمعون روايات وأوصاف السكان عن الصدمات والاهتزازات والارتجاجات، بالإضافة إلى ما حظيت به هذه الظواهر بتسجيلها على يد علماء مشاهير، ابتداءً من تشارلز داروين، حتى أليكساندر فون همبولت. وقد شبه تشارلز ديكنز أحد الزلازل بوحش هائل «يهز نفسه، محاولاً النهوض»، ونادى كون بإنشاء «علم كوارث» مختلط، يأخذ في اعتباره ملاحظات وأوصاف «بيانات الزلازل» بجانب علم الجيولوجيا، وبيانات أدوات وأجهزة الرصد.



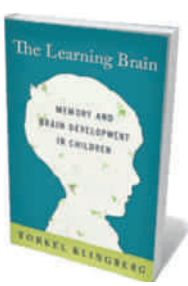
الحقيقة أو الجمال: العلم والبحث عن النظام
ديفيد أوريل، مطبعة جامعة ييل، 356 صفحة، 30 $ (2012)
أكد الفيلسوف برتراند راسل أن الرياضيات تحظى بجمال «بالغ الصفاء والنقاء، وأنها ذات طبيعة قادرة على الوصول إلى الكمال المتقن». فهل يمتزج العلم بالجمال إلى الحد الذي يصعب معه الفصل بينهما؟ تكشف رحلة عالم الرياضيات ديفيد أوريل التطبيقية المسعى الفيثاغوري لإدراك الكون واستيعابه رياضيًّا، عن بوادر شقوق وتصدعات في العلاقة بين العلم والجمال. ويتأرجح أوريل بين هوس القدماء بالتناغم الموسيقي والنسب الرقمية، ودراسات الطبيعة في عصر النهضة، والمنهج الميكانيكي والعلوم الفيزيائية المادية في الوقت الحالي. ويرى أوريل أن العلم رغم ما في صورته «الفوضوية» المفتقدة للكمال، له «جمال ذو طبيعة خاصة».



عجلة الثروة: المعركة على النفط والسلطة في روسيا
ثين جوستافسون، مطبعة جامعة هارفارد، 672 صفحة، 39.95 $ (2012)
مرت صناعة النفط الروسي بظروف عصيبة وتقلبات كثيرة، فبعد أن كانت تقود العالم في الثمانينات، انزوت الصناعة؛ وشهدت تدهورًا مستمرًا مع سقوط الاتحاد السوفيتي في 1991. وعندما فرض الستار الحديدي، شعر رجال النفط في الاتحاد السوفيتي ـ معظمهم خبراء جيولوجيون ومهندسون ـ بالصدمة إزاء امتلاء السوق العالمية بالمحامين والتجار. أما الآن، فقد تدفق النفط والروبلات الروسية عبر الأنابيب في روسيا الجديدة، لكن العلاقة بين الدولة والصناعة غالبًا متفجرة. ويكشف الخبير في سياسات الطاقة ثين جوستافسون دور فلاديمير بوتين المحوري وآثار انهيار 2008، والتقلبات المعقدة، بالإضافة إلى مستقبل النفط الإقليمي المتذبذب.

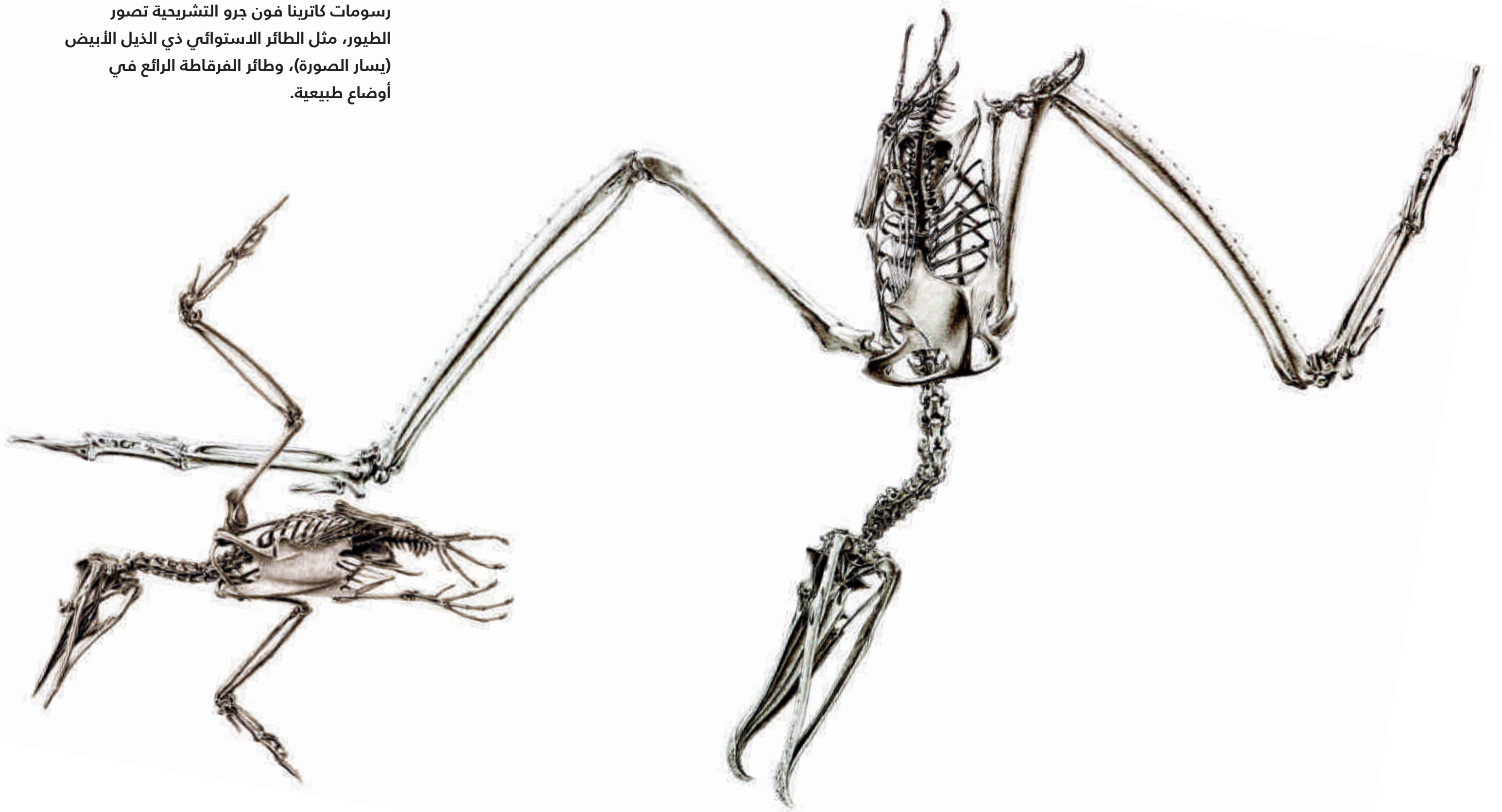


الجزر: من أتلانتس إلى زنزبار
ستيفن روجر فيشر - 352 صفحة، 22 £ (2012)
منذ لحظة وجود تشارلز داروين في جزر الجالاباجوس بالمحيط الهادئ إلى تطور الحضارة المانوية بكريت، تعتبر الجزر «بوتقات، ومِهَاد»، ومعامل، وملاذات، ووسائل إرشاد. وفي هذه الجولة لدراسة علوم البيولوجيا والجيولوجيا والثقافة، يقدم عالِم اللغة ستيفن روجر فيشر إشارة نحو مليون ـ أو نحو ذلك ـ من البشر في المناطق الإحيائية الصغيرة المنتشرة بأنهار وبحيرات ومحيطات الكرة الأرضية. ويُعدّ هذا دليلا ذكيًّا، سواء في مناقشته للخواص المضادة للسرطان، أم نبات الفنكة المستوطن بجزيرة مدغشقر، أم قبائل البابوا بغينيا الجديدة ـ ذات الخمسمئة لغة ـ وأخيرًا الجزيرة المتخيلة، حيث تبرأ بروسبيرو ـ أحد الشخصيات التي كتبها شكسبير ـ من «سحره العنيف»، أو التهديد الحقيقي الجاد، المعرضة له جُزُر عديدة، المتمثل في تغيُّر المناخ.



العقل المتعلم: تطوير الذاكرة والعقل عند الأطفال
توركيل كلينجبرج، مطبعة جامعة أكسفورد ـ 200 صفحة، 24.95 $ (2012)
في هذه الأطروحة العملية عن كيفية تعلم الأطفال، يعكف عالِم الأعصاب توركيل كلينجبرج على الذاكرة العاملة. وقد استطاع كلينجبرج أن يحشد مساحات من البحث ودراسات الحالة ذات الصلة التي توضح كيف يمكن أن تؤدي الثغرات في هذا القالب من الذاكرة إلى الإخفاق في التعليم، وكيف أمكن لتدريب الصغار على التقنيات المختبرة أن يساعد في تحقيق الهدف المطلوب. وإثراءً لمناقشاته وحججه بالنتائج ـ بدءًا من دور المادة البيضاء بالمخ إلى التأثيرات التآكلية للإجهاد ـ يخلص كلينجبرج إلى استنتاج أن الأدوات التربوية الرئيسة تشتمل على: «تدريب الذاكرة» لتعزيز كل من الوظائف الإدراكية أو المعرفية، واللياقة البدنية، والحدّ من القلق، وانتظام النوم.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



رسومات كاترينا فون جرو التشريحية تصور الطيور، مثل الطائر الاستوائي ذي الذيل الأبيض (يسار الصورة)، وطائر الفرقاطة الرائع في أوضاع طبيعية.

K. VAN GROUW

تشريح

الطائر العاري: التقاء العلم والفن

أليسون آبوت تنعم بجولة رائعة في علم هياكل الطيور.

«التقاء الفن والعلم؛ ويسر المنال، وسعة المعرفة.. القديم والجديد، بلا تهاون، ودون اعتذار». بهذه الكيفية تقدِّم «المرأة الطائر» بعصر النهضة الجديد كاترينا فان جرو الكتاب المُسَلِّي «الطائر الأجرد *The Unfeathered bird*»، وهذا ما ستجده بالضبط.

يعرض الكتاب رسومًا تشريحية مفصلة لفان جرو عن الهياكل العظمية، والبِنَى العضلية للطيور، حيث ما يقرب من 400 منها تمثل 200 نوع، جنبًا إلى جنب مع ثراء المعلومة، وبراعة النص في وصف تكيُّف كل عيِّنة مع بيئتها. كما تفسر كاترينا مظهر الطائر وسلوكه بأنه يؤثر ويتأثر بهيكله العظمى، مثل النتوءات العظمية التي لدى بعض الطيور على الأجنحة، وتستخدمها في العراك.

أمضت فان جرو ـ وهي رسامة تاريخ طبيعي مؤهلة ـ عدة سنوات في عملها كمسؤولة عن هياكل الطيور في متحف لندن للتاريخ الطبيعي، وعلمت نفسها العلم اللازم لفهم موضوعاته بتمكن، وكان يمكنها ببضعة جُمَل أن تعاقب علماء الطيور المهنيين على مصطلحاتهم الفضفاضة، ثم تغفر لهم؛ لتصوغ بلغتها الحرة نصوصًا تجعل من مفاهيم، مثل ميكانيكا الطيران والتطور أكثر وضوحًا. وعلى سبيل المثال.. تشرح بذكاء تشريح الطيور بالإشارة إلى تشريح البشر، فإنه من الأسهل لتصوير أقسام الجناح الرئيسة الثلاثة، كتطور مكافئ للعضد، والساعد، واليد لدى الإنسان، وإبهام الطائر ذي القدرة الفائقة على المناورة، إذ يمنع وقوفه فجأة عند الطيران بسرعات منخفضة.



الطائر العاري
كاترينا فان جرو
مطبعة جامعة برينستون: 2012. 304 صفحات.
$ 49.95 ،£ 34.95

قد يكون كتاب «الطائر العاري» غير منهجي بشكل كبير؛ ليناسب الجميع، وقد يكون هذا الأمر جزءًا من سحره. ومن خلال الكتاب ستتعلم أن التحليل الجيني ـ على غير المتوقع ـ عزَّز شكوكًا بأنّ نسور العالم الجديد ونسور العالم القديم قد لا تكون متصلة، حتى لو ظهرت وتصرفت على نحو متشابه، كمثال على التطور التقاربي. فطيور الجيف بحاجة إلى تغطية مسافات كبيرة مع استهلاك الحد الأدنى من الطاقة، لأن الجثث التي تتغذى عليها غالبًا ما تكون متناثرة مشتتة. ومن بين مواد بادئة من قارات مختلفة، حلَّ التطور المشكلة بنفس هيكل الجناح الكبير عالي التخصص، ومن ثم فإن تركيز فان جرو على الهيكل العظمي ـ فضلاً عن التركيز على المظهر الخارجي ـ يمنح الكتاب ميزته الخاصة.

نتعلم أيضًا من الكتاب أنه ليس كل طير من طيور الرفراف صياد السمك يصطاد، لكن تطنّ طيور الطَّنَّان جميعها بالفعل، وكيف تتحدى طيور نقار الخشب الجاذبية وهي تنقر في جذوع الأشجار العمودية، ولماذا لا يوجد أي سبب للشفقة على طيور البطريق، وأن طيور النوء تتقيأ كالقذيفة على الضواري بشكل مثير، وعلى علماء الطيور الفضوليين.

استغرق كتاب فان جرو 25 عامًا حتى أتمَّته. وهي سرعة مدهشة، مقارنةً بالعمل المبذول فيه. يحتوي الكتاب على قائمة دولية بالأصدقاء والزملاء والمزارعين وحماة الطبيعة والمحنِّطِين ـ ومنهم زوجها ـ الذين تبرعوا لها بالطيور الميتة؛ لتقوم هي بغَلْيِها، ونتف ريشها، وسلخها، حتى تصير هياكل، وترسمها ببراعة. ■

أليسون آبوت: كبيرة مراسلي «نيتشر» في أوروبا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


CAMILLE SEAMAN

جبل جليدي جانح نحو الساحل، في صورة التقطتها كاميلا سيمان قبالة ساحل «كاب بيرد» في القارة القطبية الجنوبية في عام 2006.

س وج كاميلا سيمان

مصوِّرة الجبال الجليدية

كاميلا سيمان مصوِّرة فوتوغرافية مختصّة بتصوير الجبال الجليدية وسُحُب العواصف الرعديّة. ومع اقتراب افتتاح معرض لأعمالها في شهر يناير 2013 في سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، تتحدث سيمان عن مطاردتها العواصف الرعديّة التي تتخللها أعاصير، ومشاهدتها دببة قطبية جائعة تنقضّ على مستعمرة للطيور.


ILLUSTRATION, NICK HIGGINS; BASED ON PORTRAIT BY ROBERT LESLIE

إلامَ تهدفين في صورك؟

أحاول أن أُطلق العنان لمشاعري. إنّ هدفي الأساسي هو أنْ أكشف مواطن الجَمال. نحن نعيش في صناديق مغلقة، ومعظمنا ليس لديه اتصال بالعالَم الخارجي، وما إنْ يشعر بعض الناس بشيء ما تجاه آخرين؛ تنشأ علاقة بينهم. إننا إنْ واصَلنا الإساءة إلى بيئتنا، فإن ذلك ـ بدوره ـ سيُلحِق الأذى بحياتنا. إنّ كلّ جبل جليدي صوَّرتُه قد زال من الوجود. وخلال عقود قليلة، لن يبقى من الجبال الجليدية وطيور البطريق سوى صورها الفوتوغرافية ـ مثل صوري ـ لِتُذكِّر الناس بأشكالها.

كيف بدأتِ تصوير الجبال الجليدية؟

حصلتُ في عام 1999على تذكرة سفر مجانية بالطائرة. ومن دون تفكير، سافرتُ إلى بحر بيرينج، وقرّرت بسذاجة عبور المحيط المتجمد سيرًا على القدمَين باتجاه روسيا. عدتُ من هذه الرحلة بإحساس أنّي تعرَّفتُ على الكوكبَ الذي أعيش فيه. وفي عام 2003، صعدتُ على متن كاسحة جليد نرويجية في سفالبارد، وقد بثَّ فيَّ التقدم عبر الجليد شعورًا بالبهجة. ثم سافرتُ في عام 2004 إلى القارة القطبية الجنوبية، حيث ذهبت إلى مكان قريب من المكان الذي علقَت فيه قبل قرن من الزمن سفينة «شاكلتون»، وتحطّمت. كانت الجبال الجليدية في ذلك المكان ضخمة إلى حدٍّ غير معقول، ومنذ ذلك الوقت.. وأنا أعمل مصوِّرة فوتوغرافية للبعثات الاستكشافية إلى الدائرة القطبية الشمالية والقارة القطبية الجنوبية لحساب شركات خاصة.

كاميلا سيمان، الجبل الجليدي الأخير 3
كوردن- جاليري بوتس، سان فرانسيسكو، كاليفورنيا.
3 يناير- 2 فبراير 2013.

ما هو «مَسْلَك» الجبال الجليدية؟

يقلِّل الجليد الذائب من ملوحة مياه البحر، ويُطلِق فيها المعادن، وهو ما يؤدي إلى تكاثر الكريل (حيوان من فصيلة القشريات يشبه القريدس)، الذي يجتذب السمك والطيور والفقمات والحيتان. وبعد أن تتشعب كتلة جليدية، يُصدِر الجليد المنهار طقطقة هائلة، تشبه طقطقة مليارات من حُبَيبات الحلوى المفرقعة في الفم. أذكرُ أن جدّي ـ الذي تعُود أصوله إلى قبيلة الشاينيكوك الهندية ـ طلب منّي في يوم من أيام الصيف الحارة أن أقعُد بلا حراك، وأشاهد عَرَقي يتبخر. إن هذا البخار يصبح يومًا ما جزءًا من سحابة تُمطِر لتروي النباتات والحيوانات التي تغذّينا. إن كلّ جبل جليدي فريد في حدّ ذاته، وبعض الجبال الجليدية تكون متينة، وتأبى التشقق، بالرغم من أن الأمواج تضربها باستمرار، أما بعضها الآخر، فينهار.

ماذا تعلّمتِ من العلماء الذين قابلتِهم؟

لقد أتاح لي العمل على متن السفن قضاء وقت مع باحثين في مجالات علمية عديدة. وقد شرحَ لي عالِم أحياء بحرية أن الحيتان أصبحت نادرة جدًّا في بدايات القرن العشرين، إلى درجة أن بعض الشركات كانت تسلق لحوم طيور البطريق؛ لتحصل على زيوتها. ولم أكن أقدِّر شجاعة طيور البطريق، إلى أنْ أقعدَني عالِم طيور ساعاتٍ لمراقبة سلوكها؛ كما أراني عالِم جيولوجيا حجرًا عمره ثلاثة مليارات عام. كان هذا العالِم متدربًا على معاينة أشياء تعود إلى مقاييس زمنية لا يستوعبها عقل إنسان عادي، وقد قال لي إن البشرية قد لا تنجو، إلا أنه لم يكن قلقًا على مصير كوكبنا.

كيف بدأتِ مطاردة سُحُب العواصف الرعديّة؟

كان ذلك من باب الصدفة؛ ذات مرة، كانت ابنتي تشاهد برنامجًا تلفزيونيًّا، اسمه «مطاردو العواصف»، وفجأةً قالت: «والدتي، يجب أن تفعلي هذا». بعدها بثلاثة أيام، كنتُ أنا وخبير العواصف تود ثورن في سيارة شيفروليه في كانساس، نطارد عاصفة رعدية، يتخللها إعصار متوسط القوة. إنك حين تقف أسفل هذه السُّحُب، التي تدور فيها تيارات هوائية صاعدة باستمرار، تبدو لك شبيهة بالسديم الذي تتكون فيه النجوم. وتنشأ هذه العواصف في جَوِّنا بائتلاف الجاذبية، والرياح، والتيار الكهربائي.

هل خِفْتِ يومًا على حياتك وأنتِ تؤدّين عملك؟

ليس لديَّ أيّ رغبة في أن تنتهي حياتي وأنا جثة هامدة. أريد تصوير جَمال هذه العواصف وبِنْيتها. وللقيام بذلك.. على المصوِّر أن يَبقَى على مسافة من العواصف. وبإمكانه أن يتجنَّب «التورنادو»، لكن حين تصبح حبّات البَرَد المنهمر في حجم كرة البيسبول؛ يصبح الوضع خطيرًا؛ كما أن الصواعق قد تضرب أيّ مكان، وفي أيّ وقت. في الواقع، لا يمكن التنبؤ بسلوك العواصف. في إحدى المرات، كنا قد أمضَينا ساعات في مطاردة عاصفة رعديّة ملحميّة في جنوب داكوتا، حين بدأت السُّحُب في الانهيار. كانت السُّحُب تُفرغ كل الطاقة المتجمّعة فيها بسرعة 110 كيلومترات في الساعة، كعاصفة رملية في الصحراء. وقد اضطررنا إلى قيادة سيارتنا بسرعة 150 كيلومترًا في الساعة في طرقات ترابية وعرة لبعض الوقت؛ لننجو من العاصفة. وفي صباح اليوم التالي، وجدنا أحد إطارَيّ السيارة الخلفيَّين قد انخلع تقريبًا من مكانه.

كيف تلتقطين صوَرك؟

قبل أن أحمل آلة التصوير الخاصة بي، أسأل نفسي: ما الشيء الموجود ضمن نطاق رؤيتي، ويستثير فيَّ شعورًا معيَّنًا؟ إنني أستخدم آلة التصوير مثل عدّاد جَيجر لقياس الأشعة، للبحث عن مصدر الإحساس، ثم أضغط على زر التصوير. إنّ الطبيعة رائعةٌ في صورتها النقية دون إضافات، ولذلك.. فإنني لا أُبالغ في إظهار الألوان، أو أشدِّد الانعكاس، ولا أقصّ صوَري، أو أقوّمها. إنني أُسَرُّ بالتقاط الصور بآلة التصوير، وليس بالكمبيوتر، وأحبّ صور الأفلام، ولكني بدأتُ في استخدام التصوير الرقمي، نظرًا إلى أنه بات من الصعب تمرير الأفلام في المطارات. والآن، وقد أصبحت الملفاتُ كبيرة بما فيه الكفاية، بات من الممكن الحصول على صور رقمية ضخمة مطبوعة، بالحس التفصيلي الملموس نفسه الذي تتّسم به الأفلام.

كيف أثَّر التغيُّر المناخي في عملك؟

في الصيفَ الماضي، تركتُ الدائرة القطبية الشمالية وأنا منفطرة الفؤاد. تعمَّقت البعثة 400 كيلومتر في القطب الشمالي من دون استخدام كاسحات الجليد العاملة بالطاقة النووية، التي غالبًا ما تكون ضرورية. وقد أمضَينا وقتنا على اليابسة في مُشاهدة دببة قطبية جائعة تدمِّر مستعمرة للطيور، عمرها عام كامل. وفي السنةَ الماضية أدركتُ أن الناس غير مستعدّين لإجراء التغييرات اللازمة للمحافظة على ما نمتلكه الآن. وقد غادرتُ القطب الشمالي، وأنا على علم بأن المستقبل ليس قائمًا على الحماية أو المحافظة، ولكن على القدرة على التعامل مع التغيرات القادمة. إن التغيرات قادمة لا محالة. والسؤال المطروح الآن هو: هل سنكون مستعدّين لها؟ ■

أجرى المقابلة معها: جاشا هوفمان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

العلوم العالمية يمكن أن تعزِّز الدبلوماسية

إن عولمة البحث العلمي (انظر ـ على سبيل المثال ـ نيتشر **490**، 325-329؛ 2012) قد ساعدت على تقوية العلاقات الدبلوماسية بين البلدان في مختلف أنحاء العالم، وعلى استكمال أجندات السياسة الخارجية (نيتشر **470**، 425-427؛ 2011)، وهذا يؤكد التأثير بعيد المدى لاستثمار الحكومات في العلوم.

وذلك مثلما لاحظ ـ باقتدار ـ عالِم الميكروبيولوجيا لويس باستير (1822-1895) عندما قال: «إن العِلم لا يعرف وطنا، لأن المعرفة مِلْكٌ للإنسانية، وهي النبراس الذي يضيء العالم».

ليندساي تشورا، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة.
lrc36@cam.ac.uk

تطبيب اضطرابات النوم يمكن أن يكون ضروريًّا

مثلما أشارت ميريديث وادمان في استعراضها لكتاب ماثيو وولف ماير حول طب النوم في الولايات المتحدة «الجماهير الناعسة *The slumbering masses*» (نيتشر **490**، 173-174، 2012)، فإن التعميم الشامل الذي يقول بأنه لا داعي لـ«تطبيب» اضطرابات النوم يتجاهل العواقب الكارثية للنوم غير الكافي. ويلتزم الأطباء المتخصصون في طب النوم ـ مثل كل الأطباء ـ بمسؤولية أخلاقية في تشخيص حالات المرضى الذين يُحتمَل أن تكون لديهم اضطرابات صحية؛ لتزويدهم بالعلاج الأكثر فعالية.

إن الحرمان المزمن من النوم يزيد من خطر الإصابة بالأمراض والوعكات الصحية الشديدة، ويقلِّل من الإنتاجية. كما يرتبط الأرق ـ وهو أكثر الشكاوى شيوعًا ـ بمجموعة من الحالات المرضية المختلفة، بما في ذلك الاضطرابات النفسية، كالاكتئاب الحاد، وخطر الانتحار المرتبط به. وإذا تُرِكت هذه الحالة بدون علاج؛ فسوف يضرّ الأرقُ ـ بشكل كبير ـ بصحة الفرد وبطبيعة حياته.

إن أدوية النوم المُعتَمَدة من قِبَل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية يمكن أن توفِّر العلاج الآمِن للأرق، إذا ما تم استخدامها بالشكل المناسب، وتحت إشراف طبيب مُعالِج. وتوصي بعض الإرشادات الإكلينيكية من المؤسسة التي أعمل بها ـ وهي الأكاديمية الأمريكية لطب النوم ـ بضرورة إكمال العلاج بالعقاقير المُهدِّئة والمُنوِّمة بالعلاجات السلوكية والمعرفية، وأنْ يتم وصف أقل الجرعات الفعّالة، وأنْ يتم إنقاص الجرعة العلاجية تدريجيًّا، إذا سمحت الحالة المرضية بذلك.

سام فلايشمان، الأكاديمية الأمريكية لطب النوم، داريان، إلينوي، الولايات المتحدة الأمريكية.
sfleishman@aasmnet.org

التساقط الفعلي للجلد يحقق الميثولوجيا

يمثل الفأر الأفريقي ذو الأشواك المثال الأول على تساقط الجلد في الثدييات، الذي يجد فيه علم الجزيئات وخيال أسلافنا أرضيةً مشتركة (إيه. دبليو. سايفرت، نيتشر **489**، 561-565؛ 2012).

تمتلئ القصص بحيوانات ثديية تُسْقِط جلدها، الذي يعود إلى النمو مرة أخرى. ويناقش خطاب أرسله الباحث البريطاني سي. جيه. جريس إلى تشارلز داروين في عام 1866 قصة خنزير أسود ضخم، نُشِر خبر عنه في صحيفة «مورننج ستار» اللندنية (انظر: go.nature.com/szb5df)، إذ كتب جريس يقول إن الخنزير «يُسْقِط جلده بالكامل، بدءًا من خطمه حتى ذيله. وتسقط أيضًا الدهون الموجودة تحت الجلد، التي يبلغ سُمكها من بوصة إلى ثلاث بوصات، مما يترك طبقة الجلد السفلية مكشوفة ومُعرَّضة للهواء الخارجي. وقد كانت طبقة الجلد السابقة سوداء وخشنة، أما الجديدة، فتكون في البداية لونها لون اللحم تمامًا، ولكنها تتحول تدريجيًّا إلى اللون الأسود... ولا يُصبح لدى (الخنزير) أي شيء مما كان لديه في السابق».

في الميثولوجيا «عِلم الأساطير» ـ على سبيل المثال ـ هناك كائن يُعرَف باسم «السيلكي selkie»، يفترض أن جلده يسقط أثناء تحوله من فقمة إلى كائن بشري. وفي كتاب «مُجرَّد قصص *Just So Stories*»، يصف روديارد كيبلنج في عام 1902 وحيد القرن، الذي «خلع جلده وحمله على كتفه أثناء ذهابه نحو الشاطئ؛ ليستحم»، بينما قام جاره المجوسي «بفرك هذا الجلد بفتات الكعك، وبعض الزبيب المحروق». وعلى عكس الخنزير غير المُبالي ـ الذي تم وصفه لداروين ـ أصبح وحيد القرن ذا «مزاج سيئ للغاية» منذ ذلك اليوم.

أندرو سي. وولز، جامعة ماساتشوستس، كلية الطب، ورسيستر، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.
andrew.walls@umassmed.edu
فانيسا إي. جونسون، جامعة فاندربيلت، كلية الطب، ناشفيل، تينيسي، الولايات المتحدة الأمريكية.
سكوت إيه. نورتون، المركز الطبي القومي للأطفال، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.

الأشنات في خطر، بسبب فناء شجر الدردار

يعمل الفطر المُمرض (*Chalara fraxinea*) على القضاء على أشجار الدردار (*Fraxinus excelsior*) في أوروبا بأكملها، ومن المُحتَمل أن يمسّ هذا الخطر أيضًا مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأشنات Lichens التي تدعمها أشجار الدردار هذه.

باستخدام البيانات من شبكة التنوُّع البيولوجي القومية البريطانية (www.nbn.org.uk)، وجدنا أن هناك 536 نوعًا من الأشنات (ما يقارب حوالي 30% من الأشنات بالمملكة المتحدة) تعيش على أشجار الدردار، من بينها 84 نوعًا تم تصنيفها بأنها مُعرَّضة للخطر في بريطانيا، وذلك باستخدام معايير الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة.

وبالنسبة إلى ستة على الأقل من هذه الأنواع المُعرَّضة للخطر، نجد أكثر من نصف السجلات في قاعدة البيانات هي عن أنواع توجد على شجر الدردار، وتتضمن تلك الأنواع أشنات (*Fuscopannaria ignobilis*)، وهي أشنات تتلقى أكبر قدر من الحماية التشريعية بالمملكة المتحدة، تحت الجدول 8 من قانون الحياة البرية والريف لعام 1981، وأشنات (*Wadeana dendrographa*) التي تتحمل المملكة المتحدة مسؤولية الحفاظ عليها بصفة دولية.

وقد وفَّرت أشجار الدردار مع أنواع أخرى من الأشجار غير محلية الأصل ـ كشجر الجميز (*Acer Pseudoplatanus*) ـ مُضيفًا بديلاً للأشنات التي تأثرت بالانحدار الكارثي لأشجار الدردار خلال السبعينات، فإذا تعرضت هذه الأشجار في المملكة المتحدة للفناء، فإن تأثير إنقاذ الأشنات هو أمر يجب أن يؤخذ في الاعتبار في إدارة المعالم الطبيعية للأشجار غير محلية الأصل.

كريستوفر ج. إليس، بريان ج. كوبينز، بيتر إم. هولينجسورث،الحديقة النباتية الملكية بإدنبرة، المملكة المتحدة.
c.ellis@rbge.org.uk

ضرورة مُلِحَّة لرعاية حيوانات الشمبانزي

يطالب مأوى «حيوانات الشمبانزي Chimp Haven» في لويزيانا، والمختص بحيوانات شمبانزي المعامل المتقاعدة، بمبلغ 2.55 مليون دولار أمريكي من «المعاهد القومية الأمريكية للصحة NIH»، وذلك لتأسيس أماكن سكن لعدد 110 من حيوانات الشمبانزي التي على وشك التقاعد من مركز أبحاث نيو إيبيريا، وهو جزء من جامعة لويزيانا في لافاييت (نيتشر **491**، 18؛ 2012). ورغم ذلك.. فإن هذا المأوى قد ضرب الغطاء التمويلي لـ«المعاهد القومية الأمريكية للصحة»، الذي يصل إلى مبلغ 30 مليون دولار أمريكي، بينما توجد منشآت أخرى متاحة بـ«مركز الأبحاث الرئيسة القومي الجنوبي الغربي SNPRC» التابع لمعهد أبحاث تكساس للطب الحيوي، الذي أعمل مديرًا له.

إن السكن في هذا المركز فعّال من حيث التكلفة، وعالي الجودة، كما أنه شبيه ببعض منشآت سكن الشمبانزي في مأوى حيوانات الشمبانزي، كما يوفِّر برامج شاملة وثرية للحيوانات.

وبالإضافة إلى السكن، تحتاج «المعاهد القومية الأمريكية للصحة» إلى التفكير في احتياجات الرعاية الصحية المُلِحَّة للحيوانات كبار السن من الشمبانزي، وقدرة المعاهد على تلبيتها. إن الإمكانات الطبية في مركز «مركز الأبحاث الرئيسة القومي الجنوبي الغربي» هي الأحدث من حيث التقنية، فعلى سبيل المثال.. يتم توظيف 4 أطباء بيطريين لعدد 141 شمبانزيًّا، مقارنةً بطبيب بيطري واحد لكل 130 شمبانزيًّا في مأواها.

إن الأطباء البيطريين في هذا المركز يملكون خبرة مُجمَّعة تعادل 90 عامًا في العمل مع الشمبانزي، كما أنه يحتوي أيضًا على معمل دراسات أمراض بالموقع، مُجهَّز للفحوص خلال دقائق من حدوث أي حالة طبية طارئة، وهو أحد المرافق غير المتوفرة في مأوى حيوانات الشمبانزي.

وبالنظر إلى أن المنشآت الشاغرة داخل المركز تم تمويلها جزئيًّا بمبلغ 1.5 مليون دولار أمريكي كمنحة من «المعاهد القومية الأمريكية للصحة»، فإن التخصيص المُقترَح من المبالغ القليلة المخصَّصة للأبحاث الفيدرالية لمضاعفة هذا المبلغ لمأوى حيوانات الشمبانزي يبدو نوعًا من الهدر

والإسراف. وقد قدَّر مكتب الميزانيات بالكونجرس أن التكلفة على دافعي الضرائب لنقل حيوانات مركز أبحاث نيو إيبيريا و330 من حيوانات الشمبانزي الأخرى المملوكة لـ«المعاهد القومية الأمريكية الصحية» ستبلغ 56 مليون دولار أمريكي على مدار الخمس سنوات القادمة فقط.

جون إل. فاندبرج، معهد أبحاث تكساس للطب الحيوي و«مركز الأبحاث الرئيسة القومي الجنوبي الغربي»، سان أنطونيو، تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية.
jlv@txbiomedgenetics.org

من قوة إلى قوة في نماذج الفئران

إن تشديد جيسيكا بولكر على اختيار النموذج الحيواني المناسب (نيتشر 491،31؛ 2012) لا يجب أن يقلل من مدى مواءمة اختيار الفئران كنموذج لدراسة الأمراض البشرية. وعلى عكس ما يتضمنه رأيها، فإن الباحثين المستخدمين للفئران يأخذون بالفعل الخلفية الجينية والبيئية في الاعتبار.

إن نماذج الفئران المُستخدَمة لاختبار العلاجات يجب أن يتكاثر بها المرض الذي تتم دراسته بشكل قريب للغاية لصورته البشرية، بما في ذلك الاستجابة للعوامل الجينية والبيئية. وهذا لا ينطبق على النماذج الخاصة بفهم آليات المرض: فالاكتشافات الحائزة على جائزة نوبل للخلايا الجذعية الجنينية، وموضع التوافق النسيجي الرئيس في الفئران والأجسام المضادة وحيدة النسيلة ـ على سبيل المثال ـ جميعها اعتمد على فئران التجارب، وليس على نماذج المرض.

إن الباحثين لا يستعينون فقط بسلالات الفئران المطوَّرة مختبريًّا، بل يستعينون بمجموعة فئران ذات صفات وراثية معيَّنة، ويقومون بنشر خلفيات وراثية مختلفة؛ للتعرف على الصفات المتوارثة المُعقَّدة. وتوجد مجموعات كبيرة من سلالات الفئران المهجَّنة المطوَّرة مختبريًّا، بالإضافة إلى قاعدة بيانات عامة تضم أكثر من 3000 سمة وراثية (إي. ج. تشيسلر، نيتشر علم الأعصاب. **7**، 485-486، 2004). إن «اللجنة المرجعية التعاونية للتحليل الجيني» Collaborative Cross reference panel توفر ثماني سلالات مطوَّرة مختبريًّا من فئران المعامل وفئران البرية، وتمتلك مصادر وراثية متنوعة تبلغ ضعف الموجود بالمجموع البشري، وتسمح بتحليل عالي الدقة للتباينات المظهرية (وراثة **190**، 389-401، 2012).

وجدير بالذكر أنه لم يتم بعد إدراك الإمكانية الكاملة للفئران كنموذج مثالي للدراسة، وسوف تستمر دراسة المجموعات المرجعية الوراثية ـ إلى جانب مجموعة كاملة من الطفرات الجينية لكل جين في الفأر ـ في تغيير فهمنا للمرض البشري.

كلاوس شوجارت، سيسجينيت SYSGENET، مركز إتش زد آي براونشفايج، جامعة الطب البيطري بهانوفر، ألمانيا، ومركز العلوم الصحية بجامعة تينيسي، ممفيس، الولايات المتحدة الأمريكية.
klaus.schughart@helmholtz-hzi.de
كلود ليبرت، معهد VIBجامعة جنت، جنت، بلجيكا.
مارتيين ج. كاس، سيسجينيت، المركز الطبي بجامعة أوتريخت، أوتريخت، هولندا.

(طالع الموضوع الذي تعلق عليه الرسالة في العدد 3 من *Nature* الطبعة العربية ص **47**)

يجب أن تختار إريتريا مسارها العلمي

لقد وجدت وجهة نظرك حول حالة العلوم بدولة إريتريا ضيقة للغاية ومستندة على افتراضات مشكوك فيها (نيتشر **491**، 8 ونيتشر **491**، 24-26، 2012). إنك تفترض أن العلاقات مع المؤسسات الغربية مفيدة في حد ذاتها؛ حيث يقوم الأشخاص المنفيّون بنقل صورة موضوعية عن الوضع داخل بلد مغلق، بالإضافة إلى أن الخلافات بين الحكومات والمؤسسات الأكاديمية وبين الروابط الغربية تنشأ عن أفعال خاطئة من الحكومة.

بالنظر إلى تاريخ إريتريا الحديث، الصعب والمُعقَّد، أعتقد أن (دون رغبة منّي في تأييد نظام الحكم) مصالح نخبة الأكاديميين ـ الذين غالبًا ما يحصلون على تدريبهم في الغرب ـ قد لا تتداخل مع مصالح السكان الفقراء في البلد. وبالرغم من أن التعاون الدولي يُعدّ جزءًا لا يتجزأ من طبيعة المجتمع الأكاديمي، فإن متلقِّي المساعدات الضرورية نادرًا ما يكونون في موقف يسمح لهم بالدفاع عن مصالحهم الخاصة في مواجهة النفوذ القوي للمانحين.

إن عناصر النظام الإريتري تريد للمعاهد الوطنية أن تنجح في البقاء، حتى تزدهر في نهاية المطاف بدون موارد أجنبية، حتى لو كان ذلك يعني المعاناة من صعوبة حقيقية على المدى القصير والمتوسط.. فالنظام التعليمي المغلق ـ على سبيل المثال ـ يمكن أن يستغرق تطوير الخبرة التقنية فيه، والمنشآت كذلك، فترةً زمنيةً لجيل كامل، بدلاً من تسليمها على الفور إلى متلقِّي مساعدات يرغب فيها.

وعلى الدول أن تقرِّر لنفسها طريقها نحو الاستقلالية. ربما لن تعجبنا قراراتهم، لكن وَضْع حدّ بين مَنْ هم معنا ومَنْ هم ضِدّنا لن يفيد المجتمع العلمي الدولي، أو الغالبية العظمى من البلدان، مثل إريتريا.

أندرو إيزاك ميسو، معهد تيمون لعلم الأعصاب، جامعة CNRS/Aix مرسيليا، مرسيليا، فرنسا.
andrew.meso@univ-amu.fr

(طالع الموضوع الذي تعلق عليه الرسالة في العدد 3 من *Nature* الطبعة العربية ص **38**)

تسوية الخلاف حول المحيط الجنوبي

إنه لمن المقلق أن تفشل هيئة «حفظ الموارد البحريّة الحيّة في المنطقة القطبية الجنوبية» CCAMLR في الوصول إلى توافق حول المقترحات الخاصة بإنشاء «مناطق محميّة بحريّة جديدة» MPAs على نطاق واسع في المحيط الجنوبي هذا العام («نيتشر» http:// doi.org/jxb، 2012). وقد قام بعض الأعضاء بسابقة مثيرة للقلق بمحاولتهم رفض المشورة التي تمت الموافقة عليها من قبل بواسطة اللجنة العلمية للهيئة والمجموعات العاملة. هذا.. ويجب على هيئة «حفظ الموارد البحريّة الحيّة في المنطقة القطبية الجنوبية» أن تفي بالتزاماتها، وأن تحافظ على سمعتها، وتقنع العالم بأن حماية النظام البيئي البحري القطبي الجنوبي ما زالت لها أهمية قصوى.

لقد تعهدت هيئة «حفظ الموارد البحرية الحية في المنطقة القطبية الجنوبية» من قبل بإنشاء مناطق محميّة بحريّة بحلول عام 2012، حيث حدَّدت أول موقع لمنطقة محميّة بحريّة في عام 2009. ومنذ هذا الوقت، تغيَّرت وجهات نظر الدول الأعضاء في الهيئة (راجع تقرير الهيئة go.nature.com/fqqpdh). وربما تخشى الدولُ ـ التي تَعتبر الصيدَ أحد مواردها ـ من أن تَمنع عنها المناطقُ المحميّة البحرية الجديدة فرصًا اقتصادية مستقبلية.

إن الأمن الغذائي هو إحدى القضايا العالمية المهمة، وقد يكون وضع المحيط الجنوبي حساسًا كأحد مصادر البروتينات البحرية التي لا تزال دون مستوى التنمية، ومن هذه المصادر الكائن البحري «قريدس القطب الجنوبي». ولهذا يتعيّن على الحكومات أن تدرك أن حفظ الموارد يجب أن يسير جنبًا إلى جنب مع الحصاد المستدام.

ولضمان استمرار مسيرة التعاون بين الدول، فإنه يجب على كافة الدول الأعضاء في هيئة «حفظ الموارد البحرية الحيّة في المنطقة القطبية الجنوبية» أن تشترك في عملية تطوير مقترحات المنطقة المحميّة البحريّة، مع تقييم المخاطر التي تهدِّد التنوع الحيوي، وتحديد النتائج المرغوبة من الجميع. كما أن هناك ضرورة للوصول إلى مقترحات مشتركة بشأن المنطقة البحرية المحميّة، التي تتضمن البيانات والتحليلات من أكبر عدد ممكن من الأعضاء. ويمكن للمدخلات التي تَرِد من المنظمات غير الحكومية، والتي تركِّز على التنمية أن تساعد في هذا، وكذلك المدخلات التي تَرِد من المختصين في مجال الحفاظ على البيئة.

فيليب ن. تراثان، الهيئة البريطانية المسحية للقطب الجنوبي، مجلس بحوث البيئة الطبيعية، كمبريدج، بريطانيا.
pnt@bas.ac.uk

خفض الميزانيات يهدد شباب العلماء في أوروبا

انضمت أكاديمية الشباب بالسويد إلى قوى أكاديميات الشباب بألمانيا وهولندا والدنمارك؛ لحث قادة الاتحاد الأوروبي على استثمار المزيد في العلوم من ميزانياتهم القادمة (انظر: .go.nature com/ymjole). إن التوفير قصير الأجل للأموال سوف تكون له تكاليف طويلة الأجل؛ مما سيُضعِف الموقف العلمي المستقبلي لأوروبا.

ويشعر أعضاء الأكاديميات بالقلق بشكلٍ خاص من أن هذه التخفيضات قد تستهدف «مجلس الأبحاث الأوروبي ERC»، الذي برز كنموذج تمويلي لصغار الباحثين في العلوم الدولية رفيعة المستوى.

ويوفر «مجلس الأبحاث الأوروبي» لهؤلاء العلماء الشباب التمويل اللازم من أجل تطوير مساراتهم الخاصة في البحث العلمي، بدلاً من الاعتماد على رعاية زملائهم من كبار الباحثين. وتشجع هذه الاستراتيجية العلماء الواعدين على الإقامة في أوروبا، وعلى عودة العلماء الآخرين من الخارج، كما أنها تستقطب المواهب البحثية من جميع أنحاء العالم.

كريستيان بروبرجر، آنا زيوستروم دواجي، أكاديمية الشباب بالسويد، ستوكهولم، السويد.
asd@sua.kva.se

فاريش أ. جينكِنز جيه آر

(2012-1940)

عالِم حفريات، وخبير تشريح، ومستكشف، وفنان.

جَمَعَ فاريش جينكنز جيه آر ـ الذي كان يحمل بندقيته على ظهره صيفًا، ويمسك مشرطًا شتاءً، وينظر بعيون الفنان إلى الأشياء طوال العام ـ بين علم استكشاف الحفريات، وعلم التشريح التجريبي في مزيج تام بينهما؛ للوصول إلى جواب حول كيفية تطور الحيوانات؛ لتصبح قادرة على المشي والجري والقفز والطيران.

تُوُفِّيَ فاريش جينكنز في 11 نوفمبر 2012، نتيجةَ إصابته بالتهاب رئوي. ويُذكر أنّ جينكنز لم يُبْدِ في طفولته بمدينة راي بنيويورك أيَّ ميول واضحة نحو العلوم والاستكشاف، ولكن سرعان ما تبدَّل الحال بعد خوضه تجربتين.. فأثناء دراسته الفلسفة في جامعة برينستون بولاية نيو جيرسي في أوائل الستينات، كان يقضي صيفه كمساعد لجلين لويل جيبسن، الذي كان يدير برنامجًا ميدانيًّا شهيرًا في وايومنج، حيث كان ينقِّب عن الحفريات الثديّة. وكانت تلك بداية رحلة جينكنز مع علم استكشاف الحفريات. وبعد تخرُّجه في الجامعة، جُنِّدَ في سلاح مشاة البحرية الأمريكية، وهناك تعلم الجَلَد والإصرار والثقة بالنفس لتنفيذ الأعمال الميدانية، التي أصبحت سمةً مميزة، وعلامة فارقة في قصة نجاحه.

في عام 1964، بدأ جينكنز دراسة شهادة الدكتوراة في جامعة ييل بمدينة نيو هافن في ولاية كونيتيكت. وعندما عمل مع أ. و. كرومبتون، المدير المعيّن حديثًا آنذاك لمتحف ييل بيبودي للتاريخ الطبيعي، بدأ جينكنز يهتم بالثدييات الأوليّة، والفصائل القريبة منها. وأصبح بحثه العلمي حول تشريح منطقة خَلْفَ القِحْف لهذه الحيوانات من الدراسات البارزة، إذ بيَّن كيف يمكن للفحص التشريحي الدقيق، والتحليل ثلاثي الأبعاد للمفاصل أن يكشف عن المراحل الرئيسة في تطور الحركة.

في عام 1971، أصدر كرومبتون قرارًا بتعيين جينكنز في منصب بمتحف علم الحيوان المقارن في جامعة هارفارد بمدينة كامبريدج، بولاية ماساتشوستس، حيث كان كرومبتون يشغل منصب المدير العام. وأنشأ الاثنان معًا معملاً، أصبح من أكثر المعامل ذائعة الصيت في الوقت الحالي، واستخدما معًا تقنية تسجيل النشاط الكهربائي المنتج من قبل العضلات، بجانب استخدام أجهزة التصوير السينمائية بالأشعة - الجديدة في ذلك الوقت - لإنشاء أفلام من صور الأشعة السينية الناجحة. وكشف كرومبتون وجينكنز وتلاميذهما عن كيفية اقتران حركة العظام في الحيوانات ـ بدءًا من السحالي وفأر الزباب حتى الضفادع ـ مع نشاط العضلات أثناء تناول الطعام، أو أثناء الحركة. وبعد أن أصبحوا مسلحين بهذه الأدلة التجريبية الجديدة، انطلق جينكنز وزملاؤه لتنقيح ومراجعة آراء جُمِعَت على مدى ما يقرب من قرن كامل حول التشريح الوظيفي الذي كان يعتمد على الحفريات فقط.

كان نتاج البحث الذي قام به جينكنز منهجيًّا منضبطًا، مثلما كان تدريبه العسكري. نشر جينكنز خلال فترة السبعينات سلسلة من التحليلات العقلانية القوية عن المفاصل الرئيسة في أجسام الثدييات، ودورها في تطور التحولات الوظيفية الرئيسة. لقد كانت فترة السبعينات من الأوقات المثيرة حقًّا في متحف علم الحيوان المقارن، مشت فيها الحيوانات وقفزت وزحفت تحت الأشعة السينية السينمائية، وكان الطلاب والزملاء يتوافدون من كل حدب وصوب لطرح أسئلة جديدة. وفي الوقت نفسه، عكف جينكنز على إعداد منهج استكشافي للحفريات؛ أثمر عن تحقيق أعظم إنجازاته المعرفية.



S. KREITER/BOSTON GLOBE VIA GETTY

تتلخص وصفة فاريش جينكنز للقيام برحلات استكشافية ناجحة في تحديد سؤال جوهري، ثم استكشاف الصخور التي تحتوي في الغالب على حفريات تحتاجها للإجابة عليه، ثم إضافة الإصرار القوي إلى هذا الخليط. ولفهم أفضل الأصول الارتقائية في الثدييات بصورة أفضل، بدأ جينكنز بحثه في الصخور الطباشيرية في مونتانا، حيث اكتشف حفريات لثدييات أولية. وفي الفترة من 1977 حتى 1983 قام جينكنز بسلسلة من الرحلات الاستكشافية للتشكيل الصخري الجوراسي بكاينتا في ولاية أريزونا. لقد اكتشف علماء آخرون وجود حفريات في هذه الصخور، إلا أن جينكنز تميَّز عنهم بنهجه الجديد، حيث رأى أنه طالما أن الهدف هو فهم نشأة الثدييات، ولأن الثدييات الأولى صغيرة الحجم، فلا بد إذن من تركيز البحث على الرواسب التي تحتوي في الغالب على أصغر الحفريات.

كانت النتيجة مذهلة، إذ لم يسفر تنقيبه في حجر الغرين عن اكتشاف حفريات الثدييات الأولى فحسب، بل اكتشف أيضًا حفريات للسلمندر، والضفادع، ومجموعة من الحيوانات البرمائية، يُطلق عليها «السيسيليان» *caecilians*؛ مما أدى ـ بمحض الصدفة ـ إلى تطور برنامجه البحثي؛ ليشمل مجموعات أخرى من الحيوانات رباعية الأطراف. وفي فترة التسعينات، والعقد الأول من الألفية الجديدة، استخدم جينكنز النهج نفسه للتنقيب في الصخور الترياسية في جرين لاند، ورواسب العصر الديفوني في كندا القطبية؛ بغية اكتشاف الحفريات. واكتشف «الهاراميديات» *haramiyids* (بعض من أنواع الثدييات الأولى) عند تنقيبه في الصخور التي ترجع إلى العصر الترياسي، كما اكتشف سَمَك «التيكتاليك» *Tiktaalik* (نوع من السمك تميّز بزعانف مفصَّصة) عند تنقيبه في الصخور التي ترجع إلى العصر الديفوني.

شغل جينكنز منصب رئيس جمعية حفريات الفقاريات في عامي 1981 و1982، كما حاز في عام 2009 على ميدالية رومر سيمبسون؛ تقديرًا لإنجازاته التي حققها طيلة حياته.

سوف يظل جينكنز خالدًا في ذاكرة أجيال من الطلاب الجامعيين والخريجين، وطلاب الطب والأساتذة المساعدين في جامعة هارفارد، وبرنامج هارفارد بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا للتدريب على العلوم الصحية والتكنولوجيا، لما أبداه نحوهم من رقة وإنسانية، دعّم بها حياتهم المهنية. لقد حاز جينكنز على عديد من الجوائز، إلا أنه كان يعتز ـ على وجه الخصوص ـ بحصوله على شهادة الأستاذية من جامعة هارفارد؛ تقديرًا لجهوده ودوره في مجال التدريس الجامعي.

كان فاريش جينكنز يتمتع بأداء استعراضي أسطوري في المحاضرات بجامعة هارفارد. فقد كان جينكنز يحاكي شخصية كابتن آهاب، بطل رواية هيرمان ميلفيل وهو يعرج في مشيته، وفي أحيانٍ أخرى، كان يرتدي زيًّا يغطي جسده كله، عليه رسم لهيكل عظمي.

كما كان جينكنز رجلا أنيقًا، سواء وهو في المعمل حاملاً لساعة الجيب، ومرتديًا قميصًا كاملا أبيض اللون مع مشبك رابطة العنق، أم في الموقع وهو يحمل مِعْوَل عامل المناجم والسلاح الناري؛ (ليحمي نفسه والآخرين من الدببة القطبية). بجانب ذلك كان جينكنز فنانًا موهوبًا، مثلما كان مستكشفًا وعالمًا بارعًا في الحفريات والتشريح. ولم يكن غريبًا عليه أن يأتي إلى قاعة المحاضرات قبل موعد المحاضرة بأربع ساعات؛ ليرسم مخططات تشريحية ثلاثية الأبعاد على السبورة. وفي واقع الأمر، كانت أوراقه العلمية تحتوي على عروض مجسمة تستلزم شهورًا لتنفيذها. إنك إذا شرعتَ في كتابة بحث علمي مع فاريش جينكنز، فستجد نفسك أنك انتهيت إلى رسم صور، وانشغلتَ بعالم الفن، قبل أن تكتب كلمة واحدة. ■

نيل شوبين: أستاذ خدمة روبرت ر. بينسلي المتميز في جامعة شيكاغو، شيكاغو، بولاية إيلينوي 60637، الولايات المتحدة الأمريكية. تعاون مع جينكنز، وصَحِبَه في الرحلات الاستكشافية إلى أريزونا، وجرين لاند، والمغرب، وناميبيا، والأرجنتين، والصين، وجزيرة إلزمير خلال الثلاثين سنة الماضية.
البريد الإلكتروني: nshubin@uchicago.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature
الطبعة العربية

البحوث العلمية عالية التأثير
متاحةٌ الآن للمجتمع بأكمله.



انضم إلى رُوّاد العلوم باطّلاعك على *Nature* الطبعة العربية، التي تصدر شهريًّا باللغة العربية، إلى جانب الموقع الإلكتروني الخاص بها على شبكة الإنترنت، الذي يتم تحديثه بصفة دائمة.

إن *Nature* الطبعة العربية تتيح للناطقين باللغة العربية متابعة الأخبار العلمية العالمية فائقة الجودة، والتعليقات الواردة عليها من خلال "*Nature*". إن محتوى المجلة سيكون متاحًا مجانًا على الإنترنت كل أسبوع، مع وجود نُسَخ مطبوعة محدودة من المجلة شهريًّا

اطّلِعْ على *Nature* الطبعة العربية من خلال الإنترنت، واملأ النموذج الخاص بالاشتراك مجانًا باستخدام الرابط التالي:
arabicedition.nature.com

بالمشاركة مع:

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

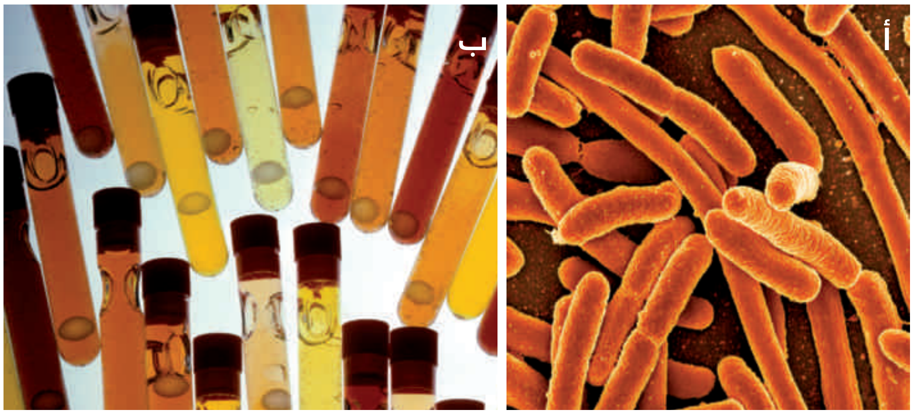
nature publishing group npg

أنبـاء وآراء

حاسة الشم عصبونان متجاوران في ذبابة الفاكهة يتصلان عبر التفاعلات في الحقل الكهربي المحيط بهما **ص. 56**

الساعة البيولوجية الدورات غير الطبيعية من الضوء والظلام تؤدي إلى لكآبة ونقص التعلّم في الفئران **ص. 61**

الكيمياء الفيزيائية في درجات الحرارة المنخفضة، تُعَزِّزُ الجزيئات المذابة الكارهة للماء من الروابط الهيدروجينية **ص. 63**



A, NIAID/CDC/SPL; B, ISTOCKPHOTO/THINKSTOCK

الشكل 1 | أوعية الاختبار. **«أ»**، يحاجج بعض علماء البيولوجيا بأن الجزيئات المعقدة بنيويًّا أفضل ما تُحَضّر في الكائنات المعدلة وراثيا، مثل البكتيريا الإشريكية القولونية (في الصورة). **«ب»**، ويعتقد آخرون أن الطرق الكيميائية سوف تثبت أنها الخيار الأكثر عمومية لتركيب أي مركب مطلوب.

منتدى النقاش التخليق

نِقَــاش بَنّـــاء

تم استخدام الكيمياء التخليقية (التوليفية) طويلاً، لإعداد مركبات مفيدة، خاصة التي يصعب الحصول عليها من مصادر طبيعية، لكن البيولوجيا التخليقية وصلت إلى مرحلة من النضج، جعلتها تعتمد كاستراتيجية بديلة. وفيما يلي.. نقاش بين عالِم بيولوجيا وعالِمين كيميائيين حول مزايا البراعة التخليقية بمجالي البيولوجيا والكيمياء.

البناء بالبيولوجيا

جاي د. كيسلنج

البيولوجيا التخليقية (التوليفية) هي أساسًا تجميع مكونات بيولوجية جيدة التوصيف في نظام يؤدي وظيفة، مثل توليف مركب كيميائي. لقد تقدم هذا الحقل إلى نقطة يمكن للمرء معها أن يتخيل إمكانية إنتاج أي جزيء عضوي تقريبا ـ حتى ذلك الذي لا ينتج طبيعيًّا ـ لدى الكائنات الدقيقة المحورة وراثيًّا. ولهذا الأمر تأثيرات هائلة فيما يتعلق بإنتاج الكيميائيات المتخصصة والسائبة والأدوية والوقود.

تعتبر المكونات الصيدلانية المعقدة هيكليا، والمستندة إلى منتجات طبيعية أهدافًا جيدة بوجه خاص لإنتاج الميكروبات (الشكل 1 «أ»)، نظرًا لصعوبة إنتاجها عن طريق التوليف الكيميائي التقليدي. وحتى عندما تتوفر التوليفات الكيميائية لمنتجات طبيعية، فإن الطرق المستخدمة غالبا ما تكون طويلة جدا، أو منخفضة العائد عند تحضيرها على نطاق واسع. لذلك.. عند التفكير في الإنتاج التجاري، فإن مثل هذه الجزيئات تجمع عادة من الكائنات الحية التي تنتجها طبيعيًّا، أو من الطفرات التي تنتج كميات أكبر. وبدلًا من ذلك.. يمكن استخدام تركيب نصف توليفي، حيث يتم الحصول على «سلف» المركب المطلوب من كائن حي، ثم يتم تحويله إلى المنتج النهائي باستخدام التوليف العضوي، لكن هذه الأساليب مكلفة وتميل إلى إضاعة الوقت.

يمكن إنتاج المركبات الطبيعية عبر الكائنات المجهرية بنقل إنزيمات خاصة بالمنتجات، أو حتى كافة المسارات الأيضية من كائنات نادرة، أو لا يمكن تقصيها وراثيا إلى كائنات يسهل تحويرها وراثيا[1]. وبشكل مماثل، فإن الوقود، والمواد الكيميائية الشائعة، والمواد الكيميائية المتخصصة التي لا تُنتج بشكل طبيعي، يمكن الحصول عليها من جمع الإنزيمات أو المسارات الأيضية من جهات مضيفة مختلفة في كائن حي دقيق واحد، أو عن طريق تحوير وظائف الإنزيم[2].

كما تم استخدام البيولوجيا التخليقية من أجل التوليف الجزئي واسع النطاق للمنتجات الطبيعية، فمثلًا، يتم استخراج مادة «أرتيميسينين» الدوائية المضادة للملاريا من عشبة «الأرطماسيا» *Artemisia annua*، لكنها غير متوفرة بكميات كافية وثمنها باهظ جدا بالنسبة إلى معظم المصابين بالملاريا[3]. وعند جمع الجينات من عشبة «الأرطماسيا» وغيرها من الكائنات الحية ضمن سلالة واحدة من «خميرة البيرة الفطرية السكرية»، تمكنّا من إنتاج عملية التخمير[4] للسكريات البسيطة؛ لتشكيل حمض الأرتيميسنيك الذي يمكن تحويله بسهولة إلى مادة الأرتيميسينين بالطرق الكيميائية[5]. وهذه العملية مجدية اقتصاديا، وغير ضارة بالبيئة، ويمكن الاعتماد عليها، ويتم تطويرها من أجل إنتاج الدواء تجاريًّا.

وهناك مزايا عديدة للبيولوجيا التخليقية عن التوليف الكيميائي. الأولى: المواد الوسيطة في التخليق الحيوي لا تحتاج تنقية قبل استعمالها كركائز بالمرحلة التالية من التفاعل. الثانية: كثير من خطوات «الحماية» و«رفع الحماية» النمطية في التوليف الكيميائي— خطوات يتم فيها تعديل المجموعات الكيميائية بشكل مؤقت لمنع مشاركتها في تفاعلات جانبية غير مرغوبة—يمكن تجنبها، لأن الانزيمات المخلّقة حيويا تحفز تفاعلات بالمواضع المطلوبة فقط من الركيزة، متجنبة بذلك التفاعلات الجانبية بالمجموعات الأخرى. الثالثة: معظم منتجات التفاعلات الإنزيمية نقية راسيميًّا racemically (تشكل المنتجات واحدًا فقط من إيسوميرين متناظرين ممكنين)، وهذا أمر مهم للجزيئات النشطة بيولوجيًّا. الرابعة: يمكن هندسة الخلايا بحيث تفرز المنتج النهائي، مما يجعل تنقيتها أسهل. والأخيرة، يمكن للبيولوجيا التخليقية استخدام مواد أولية بسيطة من مصادر متجددة، مما يساعد على إنقاص اعتمادنا على مواد أولية مشتقّة من النفط.

وبرغم ذلك.. إذا كان على البيولوجيا التخليقية أن تتواءم مع قوة الكيمياء التوليفية، فهناك عدة مشاكل ينبغي معالجتها. وعلى سبيل المثال ينبغي التعرّف على الإنزيمات المخلّقة حيويا، المسؤولة عن إنتاج المنتجات الطبيعية المهمة، بحيث يمكن استخدامها في عمليات التخليق. كما ينبغي أيضا تحسين قدرتنا على تصميم الإنزيمات التي تحفز التفاعلات غير الموجودة في الطبيعة[6]، إذا كنا نرغب في توسيع أنواع الكيمياء التي يمكن تحويرها ضمن الخلايا. كما ينبغي أن نتعلم كيف نصمم مسارات التخليق الحيوي بشكل يعتمد عليه؛ لتحقيق النتائج المرجوة.

إنني أتصور يومًا يتم فيه بناء خلايا ذات مواصفات محددة كحافز لتخليق منتجات طبيعية حيويا، من خلال تصميم الكروموزومات التي تستضيف الجينات التي ترمّز مسارات التخليق الحيوي المطلوبة، وكذلك أقل مجموعة ممكنة من الجينات الضرورية لبناء كائن عضوي مضيف بأقلّ العناصر المغذية. إنني أرى ذلك اليوم قريبًا. ■

جاي د. كيسلنج، باحث بقسم الهندسة الكيميائية والجزيئية الحيوية، وقسم الهندسة الحيوية، بجامعة كاليفورنيا، بيركلي، كاليفورنيا، الولايات المتحدة. وهو باحث أيضا بمختبر لورنس بيركلي القومي، والمعهد المشترك للطاقة الحيوية بولاية كاليفورنيا.
البريد الإلكتروني: keasling@berkeley.edu

الكيمياء العمليّة

أبراهام مندوزا، وفيل س. باران

منذ ولادة الكيمياء التوليفية منذ 180 سنة تقريبًا، أحب المجتمع العجائب التي منحها هذا المجال، كالأدوية المنقذة للحياة، ومكافحة الآفات الحشرية، والجزيئات التي تضيء شاشات الهاتف، ومع ذلك.. فقد تعرضت لانتقادات شديدة بأنها وحدها المسؤولة عن التلوث والضرر البيئي. وظهرت البيولوجيا التخليقية كبديل لبناء جزيئات منذ عشر سنوات فقط، لكن البعض ادّعى[7] فعلا أنها ستحل محل التوليفي الكيميائي. ولا ينبغي لأحد أن يشك في جدوى البيولوجيا التخليقية، أو في قدرتها على تقصير مسارات التوليف وتقليل النفايات الصناعية للإنتاج الكيميائي، لكننا مقتنعون بأن الكيمياء التوليفية سوف تستمر في الهيمنة في المستقبل المنظور (الشكل 1 «ب»)، لثلاثة أسباب رئيسة.

السبب الأول هو أن التركيب الكيميائي هو أفضل وسيلة لحل مشكلات الإمدادات.. فعلى مدى عقود، قدمت الكيمياء التوليفية كميات وافرة من الكيميائيات الزراعية والأدوية والعطور والمواد اللازمة لاحتياجات المجتمع. وتعتمد صناعة الأدوية ـ بشكل خاص ـ على الطرق الكيميائية للإنتاج واسع النطاق لمعظم الأدوية صغيرة الجزيئات. وتستند الغالبية العظمى من تلك المركبات على الهياكل (البنى) الجزيئية غير الموجودة طبيعيًا، مما يعني أن إعدادها غير ممكن من خلال عمليات إنزيمية، ومن الممكن أن تكون سامة للكائنات الحية المضيفة المستخدمة في البيولوجيا التخليقية. وقد كان للبيولوجيا التخليقية تأثير حاسم على الإنتاج التجاري لبعض الأدوية المستخلصة من منتجات طبيعية معقدة، مثل الـ«أرتيميسينين»[2] والدواء المضاد للسرطان «باكليتاكسيل»، أو (تاكسول)[8]، لكن المنتجات الطبيعية هي في الأساس المركبات الوحيدة التي تضع التخليقات البيولوجية موضع المنافسة مع تلك الكيميائية، وذلك لأن التطور قد جعل التخليق الحيوي لهذه المنتجات مثاليًّا مع مرور الوقت.

لذلك.. فإن أفضل طريقة للحصول على إمدادات المواد الكيميائية هي الكيمياء التوليفية، ما لم تكن هناك حاجة لكميات كبيرة من منتج طبيعي معيّن. وحتى في تلك الحالة، غالبًا ما تكون هناك حاجة إلى استراتيجيات شبه توليفية تتضمن مراحل كيميائية قليلة. وفي الواقع، يكتسب التوليف الكيميائي الشامل للمنتجات الطبيعية باضطراد كفاءة وقابلية متزايدة للتطور، كما يتجلى من الطرق الرائعة التي استُخدمت لصنع المضاد الحيوي «تتراسيكلين»[9]، والعامل المضاد للسرطان «إريبولين»[10]. ولقد برز[11] مؤخرًا أيضًا التوليف الكيميائي العملي لمادة الـ«أرتيميسينين» الذي يمكن أن يشكل أساسًا لعملية صنع الدواء على نطاق صناعي، كما يتم تطوير طريقة لتخليق واسع النطاق لـ«تاكسول»[12].

وغالبًا ما يتطلب تحسين خصائص مركبات مفيدة، أو الاستفادة من وظائفها في تطبيقات جديدة، تعديلا على هياكلها الجزيئية. والسبب الثاني لاستمرارية الكيمياء التوليفية هو أن الطرق الكيميائية توفر مجموعة موثوقة من الأدوات للقيام بذلك بمجالات كثيرة، تختلف اختلافا جوهريا فيما بينها. وخلافا للتخليقات البيولوجية، فإن التوليفات الكيميائية غالبا ما يمكن وضعها وتطبيقها بسرعة، وهي ميزة كبيرة.

السبب الثالث هو تميُّز الكيمياء باختراع جزيئات غير طبيعية، تمتلك خصائص فيزيائية مرغوبة، مثل أصباغ الخلايا الشمسية العضوية القابلة للطباعة، ومسابير الفلورسنت المستخدمة في البحوث البيولوجية أو الأدوية الموسومة شعاعيا للاستخدام الطبي. ويمكن تلبية الاحتياجات الجزيئية للمجالات الحيوية الحديثة كالكيمياء الجزيئية الفائقة والبيولوجيا الكيميائية وتكنولوجيا النانو، ويمكن مقاربتها فقط عن طريق الكيمياء التوليفية. يعود هذا جزئيًّا إلى أن الجزيئات المطلوبة تحتوي على تجميعات شكلية، لا يمكن للطبيعة جمعها، أو لأنها قد تكون سامة للكائنات الحية المضيفة عند تخليقها حيويا بالتركيزات اللازمة عمليا لعملية الإنتاج. وتعني الوتيرة المتسارعة لتطوير هذه المجالات أيضا أن المركبات المطلوبة تتغير باستمرار، مما يحد من الوقت المتاح لتجميعها وتقييمها. لذا.. فإن الطرق الكيميائية العامة التي يمكن تطبيقها بسرعة أكثر ملاءمة لصنع هذه المركبات، مقارنةً بالهندسة الحيوية.

وعلى مر السنين دافع كثيرون عن بدائل الكيمياء التوليفية، أو عبروا عن رأيهم بأنها بالفعل مجال وصل إلى قمة النضج، وأن جميع التطورات المستقبلية سوف تكون تدريجية بأحسن الأحوال. وهذا المجال ما زال يتمتع بالحيوية أكثر من أي وقت مضى: ويبدو أن عددًا لا نهائيا من المشكلات في انتظار الحل، وهناك حشد من الطلاب الموهوبين يتوقون إلى حلها. ولا شك أن للبيولوجيا التخليقية مستقبلًا مشرقًا ينتظرها، لكن ليس هناك نهج لصنع الجزيئات يمكن أن يكون مفيدًا بشكل عام، أو لديه إمكانات غير محدودة، مثل الكيمياء التوليفية. لقد وُجدت لتبقى. ■

أبراهام مندوزا، وفيل س. باران، باحثان بقسم الكيمياء، معهد سكريبس للبحوث، لايولا، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: pbaran@scripps.edu

1. Malpartida, F. & Hopwood, D. A. *Nature* **309,** 462–464 (1984).
2. Steen, E. J. *et al. Nature* **463,** 559–562 (2010).
3. Enserink, M. *Science* **307,** 33 (2005).
4. Ro, D. K. *et al. Nature* **440,** 940–943 (2006).
5. Acton, N. & Roth, R. J. *J. Org. Chem.* **57,** 3610–3614 (1992).
6. Siegel, J. B. *et al. Science* **329,** 309–313 (2010).
7. McDaniel, R. & Weiss, R. *Curr. Opin. Biotechnol.* **16,** 476–483 (2005).
8. Bringi, V., Kadkade, P. G., Prince, C. L. & Roach, B. L. US patent 7264951 (2007).
9. Charest, M. G., Lerner, C. D., Brubaker, J. D., Siegel, D. R. & Myers, A. G. *Science* **308,** 395–398 (2005).
10. Ledford, H. *Nature* **468,** 608–609 (2010).
11. Zhu, C. & Cook, S. P. *J. Am. Chem. Soc.* **134,** 13577–13579 (2012).
12. Mendoza, A., Ishihara, Y. & Baran, P. S. *Nature Chem.* **4,** 21–25 (2012).

حاسة الشم

همسات عصبية حميمة

إنها قصة مؤثرة حول التعايش والاتصالات ذات المغزى، حيث نجد عصبونين متجاورين في ذبابة الفاكهة، يتصلان ببعضهما البعض، ليس عن طريق المشتبكات العصبية، ولكن عبر التفاعلات الواقعة بالحقل الكهربي المحيط بهما.

كازوميشي شيميزو، ومارك ستوبفر

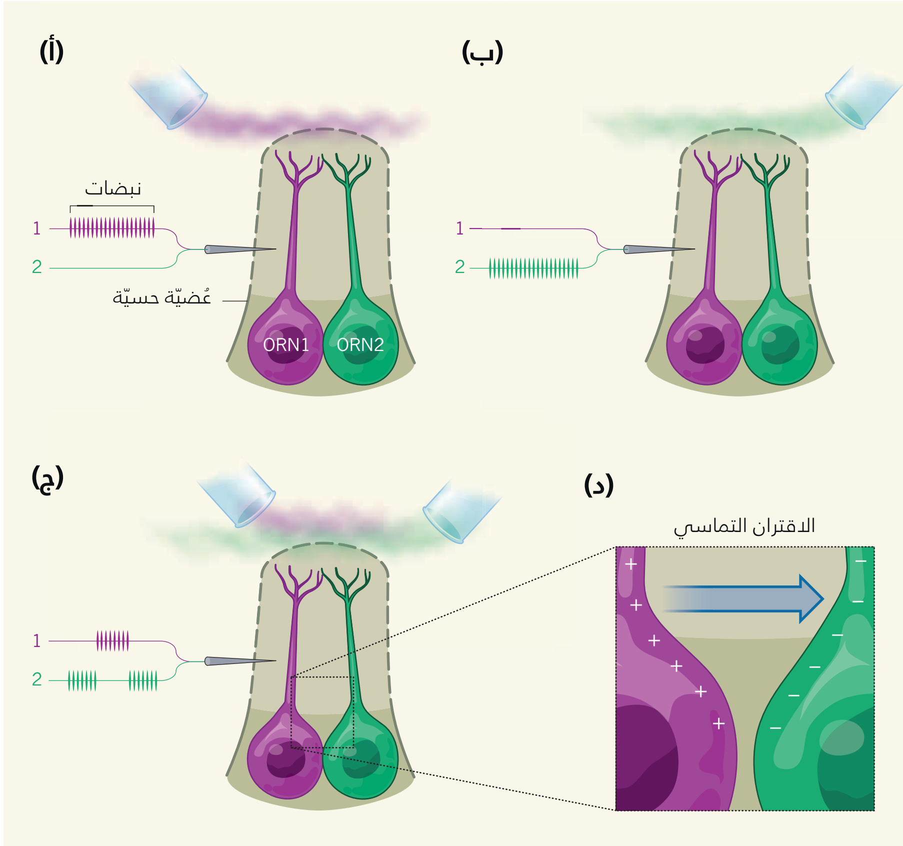
تتعامل العصبونات (الخلايا العصبية) كوحدات بناء للجهاز العصبي في معالجة المعلومات دائما، كما لو كانت مستقلة ومعزولة عن بعضها البعض، فهي تتفاعل فقط من خلال بُنى هيكلية على شكل بوّابات متخصصة تعرف باسم المشتبكات العصبية، لكن بخلاف ذلك.. فإنها تحتفظ باستقلالها. ساد هذا الرأي منذ أن صاغ رامون إي كاخال وغيره من علماء الأحياء أطروحة الخلايا العصبية قبل أكثر من قرن من الزمن. وفي هذا العدد يصف سو وزملاؤه[1] نتائج بارزة: إذ إن العصبونات متعددة المستقبلات الشمية يمكنها أن تؤثّر مباشرة في بعضها البعض، دون الاتصال عبر المشتبكات العصبية، بحيث يُشكّل المخرج الجمعي لهذه الخلايا وصفًا للبيئة الشمية.

لاحظ سو وزملاؤه حدوث هذا في ذبابة الفاكهة، وهي حشرة توفر للباحثين مجموعةً أدوات جينية رائعة للتعديل الجيني، فنجد «عصبونات المستقبلات الشمية» Olfactory receptor neurons في ذبابة الفاكهة ـ مثلها كالتي توجد في عديد من الحيوانات ـ تكون مصفوفة في بُنى ضيقة مملوءة بسائل يطلق عليها اسم «العُضيّات الحسِّية» sensilla. وتحتوي أغلب أنواع العُضيّات الحسِّية على عدد من عصبونات المستقبلات الشمية، كما تتلامس الزوائد الشجيرية مع بعضها البعض، لكن لا تتصل العصبونات نفسها عبر المشتبكات العصبية[2].

وقد ركّز المؤلفون دراستهم على العُضيّة الحسِّية ab3، التي تحتوي على نوعين من عصبونات المستقبلات الشمية (العصبونين ab3A, ab3B)، فعرّضوا الحشرات لعاملين من عوامل الرائحة (هكسونات الميثيل و2 -هيبتانون)، إذ يُنَشِّط كلُ عامل من هذين العاملين واحدًا فقط من عصبونات المستقبلات الشمية. وفي أثناء توافر إحدى الرائحتين باستمرار في الخلفية المحيطة بالحشرات، يتم تقديم الرائحة الثانية في دفقات قصيرة ولفترات وجيزة. وكما هو متوقع، عند توافر هكسونات الميثيل في الخلفية المحيطة بالحشرات، بدأ العصبون ab3A في الاستجابة بإطلاق سلسلة من كُمون «الجهد العصبي»potentials action في شكل «نبضات» spikes. وعند تقديم دفقة من العامل 2 -هيبتانون في الخلفية المحيطة، استجاب العصبون ab3B بإطلاق النبضات. والأمر المثير للاهتمام هو أنه بمجرد أن بدأ العصبون ab3B في إطلاق النبضات، فإن الاستجابة المستمرة للعصبون ab3A انخفضت فجأة، وبشكل كبير (الشكل 1 أ-ج).

ولاختبار ما إذا كان إطلاق النبضات من قبل العصبون

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | أزواج متقاربة من العصبونات. أ، ب، في هذا المثال المبسط، عصبونات المستقبلات الشمية 1 و2 تتجاور داخل العُضيّة الحسية نفسها، لكن لا تتصل عبر المشتبكات العصبية. وبالنظر إلى النبضات التي تطلق كاستجابة من هذين العصبونين، كل استجابة معروضة على حدة على شكل الخطين 1 و2، يستجيب العصبون 1 للرائحة «الأرجوانية» **(أ)**، في حين يستجيب العصبون 2 للرائحة «الخضراء» **(ب)**. **ج،** عندما تمتزج نبضة الرائحة الأرجوانية ولفترة وجيزة في محيط النبضة الخضراء المستمرة، يستجيب العصبون 1 مؤقتا، ويُثبَّط العصبون 2 خلال هذا الوقت. **د،** رأى سو وزملاؤه[1] أن هذا التثبيط يحدث من خلال التفاعل المباشر بين المجالات الكهربية ما بين مثل هذين العصبونين وثيقي التعارض عبر عملية الاقتران التماسي.

ab3B هو المسؤول بشكل مباشر عن انخفاض استجابة العصبون ab3A، قام سو وزملاؤه باستخدام خدعة وراثية، فدمّروا العصبونab3B؛ لمنعه من إطلاق النبضات، ومن ثم كرّروا التجربة. في هذه المرة، لم يكن لدفقات 2-هيبتانون أي تأثير في إطلاق النبضات من قبل العصبون ab3A. ومن خلال سلسلة من التجارب التكميلية الأخرى على العصبون ab3، والتجارب على أنواع أخرى من العُضيات الحسِّية، بيّن الباحثون أن إطلاق النبضات من قبل أحد أنواع عصبونات المستقبلات الشمية يمكن أن يُثبِّط بقية الأنواع في العضيّة الحسِّية نفسها.

هل اقتران التأثير هذا قوي بما يكفي للتأثير على سلوك الحيوان؟ لاختبار هذا، دَرَس المؤلفون عُضيَّةً حسِّية أخرى تحتوي على عصبونين من عصبونات المستقبلات الشمية، أحدهما يعمل في تحفيز الانجذاب لخَلّ التفاح، أما الآخر، فيعمل على تحفيز النفور من ثاني أكسيد الكربون. وعند إعطاء ذبابة الفاكهة فرصة الاختيار بين مزيج من ثاني أكسيد الكربون وخَلّ التفاح ومزيج من ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، تفضِّل ذبابة الفاكهة في العادة مزيج ثاني أكسيد الكربون وخَلّ التفاح. فسر سو وزملاؤه هذا التفضيل بالانجذاب الشديد إلى خَلّ التفاح؛ أو بالنفور من ثاني أكسيد الكربون المتناقص بفعل وجود خَلّ التفاح، أو بسبب مزيج من الحالتين. ولتحديد أي من هذه الاحتمالات هو الاحتمال الصحيح، استخدم الفريق تعديلات وراثية سمحت لعصبونات المستقبلات الشمية بإطلاق كُمون جهد عصبي، لكن منعتها من تفعيل أي عصبونات تابعة عبر المشتبكات العصبية.

وأظهر الذباب المُعدّل وراثيا بهذه الطريقة انخفاضا في انجذابه إلى مزيج ثاني أكسيد الكربون وخَلّ التفاح، لكن ظل الذباب على تفضيله لهذا المزيج على مزيج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. ولا يعتقد أن تكون هذه الحشرات قد انجذبت مباشرة إلى خَلّ التفاح، لأن مسار المشتبكات العصبية الذي يمكِّن من ذلك قد سُدَّ من جراء التعديل. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن التعديل الوراثي الذي يمنع مستقبلات خَلّ التفاح من الاستجابة ويترك مستقبلات ثاني أكسيد الكربون سليمة من دون، أي تعديل، أدى إلى انخفاض تفضيل الذبابة لمزيج ثاني أكسيد الكربون وخَلّ التفاح على مزيج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. وتقترح هذه التجارب الذكية والأنيقة كلها أنّه يمكن تفسير التفضيلات السلوكية للذباب لمزيج ثاني أكسيد الكربون وخَلّ التفاح بعاملين: الانجذاب لخَلّ التفاح وانخفاض النفور من ثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى تثبيط مستقبل خَلّ التفاح عن إطلاق النبضات من قبل العصبون الحساس لثاني أكسيد الكربون.

وأظهرت التجارب الإضافية للمؤلفين أن هذا التثبيط المُحفَّز من قبل المستقبلات لا يتم من خلال المشتبكات العصبية. وبدلًا من ذلك.. يرى المؤلفون أن عصبونات المستقبلات الشمية تتفاعل مع بعضها البعض مباشرة عبر السائل في المحيط الخارجي للعصبونات، من خلال آلية تعرف بـ «الاقتران التماسي»[3] ephaptic coupling (الشكل 1- د). وعندما يطلق العصبون كمون جهد عصبي، تتدفق الشحنات الكهربية مؤقتا إلى داخل غشاء الخلية وإلى خارجه. وفي العادة، يكون لهذا التدفق الكهربي تأثيرٌ مُخَلْخَل وطفيف على الأجزاء خارج العصبونات. وعندما يكون الفراغ ما بين الخلايا ضيقا ومُجزّأ بشكل غير اعتيادي، فإن أثر هذا التدفق الكهربي ـ من الناحية النظرية ـ قد يكون قويًّا بما يكفي للتأثير في النشاط الكهربي للعصبونات المتجاورة؛ مما يؤدي إلى تفاعلات تماسية[4].

إن النقل التماسي مثير للاهتمام بشكل خاص في سياق الحواس الكيميائية، لأن المستقبلات الحسية الكيميائية توجد بالقرب من بعضها البعض. في الحشرات على سبيل المثال.. تصطف عصبونات المستقبلات الذوقية ـ كحالة عصبونات المستقبلات الشمية ـ مع بعضها البعض في عُضية حسِّية واحدة[5]، وفي الفقّاريات تتشابك المستقبلات الذوقية مع بعضها مُشَكِّلة براعم تذوق[6]. لذا.. فإن تقرير سو وزملائه يدعو إلى مراجعة منهجية للآراء - المؤسسة منذ زمن بعيد- حول المرحلة الأولى من معالجة المعلومات الحسية الكيميائية. فبناء على بياناتهم، يبدو أن المستقبلات لا تعمل كقنوات معلوماتية مستقلة تماما، بل بوصفها عناصر تفاعلية، حيث تعمل العُضيَّة الحسِّية كلبنة بناء في عملية النقل الحسي.

تُرى، ما هي الفوائد التي قد يقدمها مثل هذا التركيب لعملية ترميز المعلومات الحسية؟ وفقا لسو وزملائه، فإنه يُمَكِّن من الإحساس بالمُنبِّه المُستحدث وترميزه فورا عند الأطراف، في الوقت نفسه الذي تكبح فيه الاستجاباتُ المؤقتة النشاطَ المستمر للعصبون الحساس بالمُنبِّه. وعلى الرغم من عدم فهمنا الجيد للمنطق وراء توزيع عصبونات المستقبلات الشمية المختلفة في العُضيّات الحسِّية، إلا أن عملية اتخاذ الخيارات السلوكية قد تبدأ في الغالب كتفاعلات عدائية ما بين عصبونات المستقبلات الشمية المتجاورة والمُتَمَوضِعة استراتيجيا في أزواج. وإضافة إلى ذلك.. قد يَتشكَّل توقيت إطلاق النبضات العصبية في عصبونات المستقبلات الشمية جزئيا بفعل التفاعلات بين عصبونات المستقبلات الشمية، وقد يكون هذا التوقيت هو السبب في أنماط الشفرات الأكثر تعقيدا لحاسة الشم العصبية في المراحل التالية من العملية الحسية[7]. وهناك حاجة إلى المزيد من العمل لتحديد التفاصيل الآلية لهذه القصة الرائعة والعواقب السلوكية الناتجة عنها. ■

كازوميشي شيميزو، ومارك ستوبفر، يعملان في المعهد الوطني لصحة الطفل والنمو البشري، التابع للمعاهد الوطنية للصحة الأمريكية، في بيثيسدا بولاية ميريلاند 20892، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: stopferm@mail.nih.gov

1. Su, C.-Y., Menuz, K., Reisert, J. & Carlson, J. R. *Nature* **492,** 66–71 (2012).
2. Su, C.-Y., Menuz, K. & Carlson, J. R. *Cell* **139,** 45–59 (2009).
3. Jefferys, J. G. *Physiol. Rev.* **75,** 689–723 (1995).
4. Vermeulen, A. & Rospars, J.-P. *Eur. Biophys. J.* **33,** 633–643 (2004).
5. Zacharuk, R. Y. *Annu. Rev. Entomol.* **25,** 27–47 (1980).
6. Chaudhari, N. & Roper, S. D. *J. Cell Biol.* **190,** 285–296 (2010).
7. Raman, B., Joseph, J., Tang, J. & Stopfer, M. *J. Neurosci.* **30,** 1994–2006 (2010).

علم المناعة

الفيتامينات تُطْلِق المناعة الأساسيّة

يمكن لمشتقّات فيتامين «ب» التقيد بالبروتين الذي يقدّم المستضدّات، ويحفّز أنواعًا متخصصة من خلايا المناعة، مما يطرح آلية جديدة، يمكن للجهاز المناعي بواسطتها أن يكتشف عدوى الميكروبات.

ويي- جين تشوا، وتيد هـ. هانسن

تلعب فيتامينات عديدة دورًا محوريًّا في وظائف الجهاز المناعي، فضلًا عن وظائفها الحيويّة في عمليّات التطوّر والنمو والأيض. ومن المعروف أنّ كلًا من فيتامين«د»[1]، وفيتامين«أ»[2]، القابلين للذوبان في الدهون يؤدي دورًا كبيرًا في تعديل الاستجابة المناعيّة، لكن ما يطرحه كيير نيلسُن وآخرون في تقرير نشر سابقًا في «نيتشر» الإنجليزية هو وظيفة مناعية مختلفة تمامًا، يقوم بها الفيتامين «ب2» (الريبوفلافين) وشقيقه «ب9» (حمض الفوليك)[3]، وهي الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء؛ حيث يطرح المؤلّفون البرهان على أنّ الجزيئات الناتجة عن الأيض الذي تبذله البكتيريا على أنواع بعينها من فيتامين «ب» لها قدرة على تنشيط فئة من الخلايا المناعية التائيّة T-cells المُسمّاة الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة (MAIT) الّتي تقوم بدورها باكتشاف الخلايا المُصابة بالعدوى عبر أيض الفيتامينات المرتبطة بسطح هذه الخلايا، وهو ما يعني أنّ الفيتامينات لها القدرة على العمل كمستضدّات (مواد تقوم بتنشيط الخلايا المناعيّة التائيّة T-cells والبائيّة B-cells) كما يعزّز من تفهّمنا لهذا الذراع الجديد للجهاز المناعي.

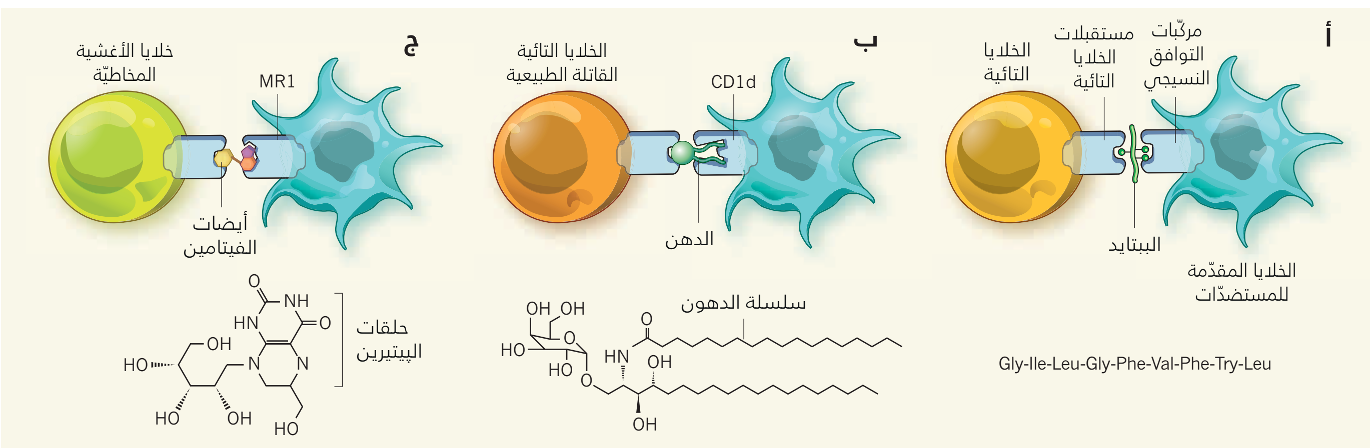
تُمثّل الخلايا التائيّة T-cells بمختلف أنواعها لاعبًا أساسيًّا في الجهاز المناعي، مقدّمة الحماية اللازمة ضد الإصابة بالعدوى. ومن أشهر أنواع الخلايا التائيّة: CD4+ T-cells و CD8+ T-cells الموجودتان في معظم أنحاء الجسد، كما تحمل كل منهما على سطحها طيفًا واسعًا من مستقبلات المستضدّات؛ حيث ترتبط هذه المستقبلات بمستضدّات الببتايد (أجزاء من تركيب البروتينات) الموجودة على سطح الخلايا الأخرى بواسطة أحد بروتينات الغشاء الخلوي، الذي ينتمي بدوره إلى عائلة «مركّبات التوافق النسيجي الرئيسة» (MHC). ويذكر أنّ تطوّر هذين النوعين من الخلايا التائيّة التقليديّة يعتمد أساسًا على جزيئات «مركّب التوافق النسيجي الرئيسة» (MHC).

وعلى النقيض، فإنّ الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة تمثّل نوعًا غير تقليدي من الخلايا التائيّة؛ حيث توجد بأعداد كبيرة في الأمعاء والكبد، وكذلك في الرئتين[4] كما تتمتّع بتنوّع محدود لمستقبلات المستضدّات. ويذكر أنّ تطوّر هذا النوع من الخلايا التائيّة يعتمد في الأساس على أحد البروتينات المرتبطة بمركّبات التوافق النسيجي الرئيسة، ويُطلق عليه اسم «MR1»، وقد تم الإبقاء عليه طوال رحلة تطوّر الثدييات. ونظرًا إلى التشابه الشديد بين تسلسل الأحماض الأمينيّة في جزيء «MR1» وتلك الموجودة بجزيئات مركّبات التوافق النسيجي الرئيسة، فإنّ مركّب MR1 يرتبط بمستضدّات بعينها، تقوم بدورها بتنشيط الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة. وتطرح الدراسات الجينيّة والكيميائيّة الحيويّة الدور الذي يلعبه المركّب MR1 في تقديم المستضدّات لتنشيط الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة، رغم عدم التعرّف على الطبيعة الكيميائيّة له إلى الآن[5].

وبصورة فريدة عن أنواع الخلايا التائيّة الأخرى، تعتمد الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة ـ في بقائها ـ على البكتيريا المتطفّلة الّتي تُعدّ كائنات ميكروبيّة غير مُمرضة تعيش على الجسم البشري وبداخله. كذلك ينشط هذا النوع من الخلايا بواسطة الخلايا المُصابة بالعدوى من قبل طيف واسع من أنواع البكتيريا والفطريات (وليس الفيروسات)[6،7]. وحسب هذه النتائج، فإنّ جزيئات المركّب MR1 تقيد غالبًا بمستضدّات ميكروبيّة يتمّ تقديمها بعد ذلك للخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة.

وبهذا.. يُمكن القول إنّ كيير نيلسن وزملاءه قد تخطّوا مرحلة رئيسة نحو التعرّف الدقيق على كيفيّة تقديم جزيء MR1 بتحديد التركيب البلوري للجزيء المرتبط بأحد نواتج الأيض لحمض الفوليك «6 -فورميل البيتيرين» (6-FP). انطلقت هذه الدراسة عن ملاحظة عارضة قابلت الباحثين؛ حيث عزّز استخدام وسائط محتوية لحمض الفوليك طي جزيئات بروتين MR1 المشوهة.

ويُظهر التركيب البلوري الذي اقترحه المؤلّفون أن تجويف ارتباط المستضدّات يشتمل ـ بشكل خاص ـ على حلقات البترين الّتي تتمثّل في صورة مركّبات مُسَقّلة تحتوي عليها بعض الفيتامينات ب وأيضاتها، كما تمكّنوا من التوصّل إلى قدرة مشتقّات الريبوفلافين على تنشيط الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة (MAIT) خارج الجسم البشري عند الارتباط بالمركّب MR1 على النقيض من مركّب «6-FP–MR1» الّذي لا يستطيع القيام بهذا الدور، وهو أول البراهين على قدرة مركّب MR1 على الارتباط بأيض فيتامين«ب»، وقدرة بعض الأيض على



الشكل 1 | أنظمة تقديم المستضدّات. أ) ترتبط الخلايا التائية التقليدية CD4+، وCD8+ بالمستضدّات المقدّمة على جزيئات مركّبات التوافق النسيجي MHC على سطح الخلايا الأخرى، وتكون هذه المستضدّات في الغالب عبارة عن سلاسل قصيرة من الأحماض الأمينية (الببتايدات) المشتقّة من البروتينات، وتعبر الكرات الصغيرة الممتدّة من الببتيد عن سلاسل الأحماض الأمينية الجانبية التي تربط الببتيد بمركّبات التوافق النسيجي MHC أو يمكن اكتشافها بواسطة مستقبلات الخلايا التائية، مثل الببتيد المشتق من فيروس الأنفلونزا، الذي يحفّز الخلايا التائية CD8+ كما يظهر في الصورة أسفل الخلايا. **ب)** فئة أخرى من الخلايا التائية تُسمّى الخلايا القاتلة الطبيعية NKT التي تتعرّف على المستضدّات المشتقّة من جزيئات الدهون المقدّمة بواسطة خلايا تحمل جزيئًا يُسمّى CD1d، الذي يتميّز بوجود تجويفات عميقة يُمكنها استيعاب سلاسل الدهون الموجودة في المستضد، كالدهن السكّري الذي يقوم بتحفيز الخلايا القاتلة الطبيعية، كما هو مصوّر في الشكل. **ج)** يُظهر كيير نيلسن وزملاؤه أنّ نوعًا ثالثًا من جزيئات تقديم المستضدّات يُسمّى MR1 يقوم بتقديم أيضات الفيتامين ب لنوع من الخلايا التائيّة يُسمّى الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة (MAIT)، ويقدّم المؤلّفون هيكلًا بلوريًّا للجزيء MR1 المرتبط بمشتقات فيتامين«ب9» الذي يُظهر بدوره التجويف الذي يرتبط فيه المستضدّ، ويستوعب هياكل حلقات البترين المميّزة للفيتامين ب وأيضاتها، مثل أيضات الفيتامين ب2 التي تقوم بتحفيز الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة (MAIT).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تنشيط الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة فيما يحدّد بدوره من نموذجًا جديدًا من تقديم المستضدّات للخلايا المناعيّة؛ فمن المعروف مسبقًا أنّ مركّبات التوافق النسيجي الرئيسة تقوم بتقديم البتايدات للخلايا التائيّة «+CD4»، و«+CD8»، بينما يقوم مركّب آخر شبيه -يُطلق عليه «CD1d»- بتقديم جزيئات الدهون لفئة أُخرى من الخلايا التائيّة، يُطلق عليها «القاتلة الطبيعيّة» NK، لكن ما أصبح لدينا الآن هو دليل على أنّ جزيئات مركّب MR1 تقوم بتقديم أيض فيتامين«ب» للخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة (الشكل 1).

وما زالت الآلية الدقيقة التّي ترتبط بها عملية تقديم المستضدّات بالمناعة ضد الميكروبات غير واضحة تمامًا، لكن ما يقترحه كيير نيلسن وزملاؤه هو آلية تتمكّن بها الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة من اكتشاف ومجابهة الإصابة بالعدوى، عن طريق تقديم أيض الفيتامين«ب» على سطح الخلايا المُستضيفة المُصابة بالعدوى. ودعمًا لهذا المقترح، أدرج المؤلّفون النتيجة السابقة التّي أظهرت أنّ المسار الأيضي الذي يُنتج جزيئات المستضدّات لا يوجد إلّا في الميكروبات التي سبق التعرّف على قدرتها على تنشيط الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة خارج الجسم البشري[6,7]، لكن ما زال هذا الارتباط بحاجة إلى إخضاعه للاختبار بطريقة تجريبية؛ لتحديد مدى أهمية تقديم أيض الفيتامين«ب» في التصدي للعدوى.

هذا.. ومن المثير أيضًا أن يتم التعرف على الموضع الخلوي، والآلية التي تتمكّن بها أيضات الفيتامين ب من الارتباط ببروتينات المركّب MR1، والدور الّذي تلعبه الإصابة بالعدوى في هذه العمليّة؛ ففي الفئران الخالية من الميكروبات ـ الّتي لا تحتوي على أيٍ من البكتيريا الطفيلية، بما يجعلها لا تحتوي على الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة ـ تسمح إضافة أنواع بعينها من البكتيريا الطفيلية بتكوّن ذلك النوع من الخلايا[7]، لكن ما يثير الفضول أنّ أنواع البكتيريا الطفيلية لا تحتوي جميعها على المسار الأيضي الذي يُنتج الأيض الذي درسه كيير نيلسن وزملاؤه، وهو ما يتضمّن وجود روابط أخرى لمركّب MR1، تلعب دورًا في اكتشاف الميكروبات بواسطة الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة، فضلًا عن جزيئات خلوية ناقلة للإشارة، كالإنترلوكين 12 و23 (IL-12، IL-23) المعروفة بقدرتها على تنشيط الخلايا التائيّة الثابتة[8,9] الخاصّة بالأغشية المخاطيّة، وهو ما قد يخفف من أهمية الإشارات المنشّطة المُشتقّة من تقديم الفيتامين بواسطة مركّب MR1.

يُثار سؤال آخر حول الأدوار التي تؤدّيها الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة في الأمعاء؛ فمن المعروف أنّ الفيتامينات تعمل على تنسيق العلاقات بين مناعة الثدييات، وبين البكتيريا المعوية المتطفّلة وغيرها من الميكروبات المُمرضة[10]. وعلى سبيل المثال.. يعمل الفيتامين«ب9» ومشتقاته كإنزيم مساعد في المسارات الأيضية الأساسية[11]، فضلًا عن حاجة الخلايا التائية المنظّمة إليه للبقاء[12]. ويرى كيير نيلسن وزملاؤه أنّ التفاعلات بين الجسم المُضيف والبكتيريا المعويّة قد تتأثّر بتقديم المستضدّات الميكروبيّة عبر مركّب MR1 للخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة.

ويبزغ عن هذه الفكرة نموذج لتطوّر الثدييات، يشتمل على تكاثر البكتيريا الطفيلية بأعداد كبيرة في الجسم المضيف، بما يسمح للخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة بالتكوّن والنمو في الغدة الزعترية (thymus)، لتنتقل بعد ذلك إلى غيرها من الأعضاء، وخاصةً الرئتين والكبد والأمعاء، حيث تقوم بدورها في التصدي للعدوى البكتيريّة[13]. ورغم الحاجة إلى مزيد من الجهد، فإنّه من المثير أن تتضاعف الحماية التي تقدمها الخلايا التائيّة الثابتة الخاصّة بالأغشية المخاطيّة بمواجهة المُمرِضات عند تزايد نسب الفيتامينات في الغذاء، أو عند تناول علاجات تحتوي على البيتيرين، وهو ما يعزّز الاستجابة المناعية لمواجهة الميكروبات، أو حتّى علاج أمراض العوز المناعي. ■

وي جين شوا، باحث بإدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في بثيسدا بولاية ميريلاند، الولايات المتّحدة.
البريد الإلكتروني: wei-jen.yankelevich@fda.hhs.gov
تيد هـ. هانسُن، باحث بكلية طب جامعة واشنطن بسانت لويس، ولاية ميسوري، الولايات المتّحدة.
البريد الإلكتروني: hansen@wustl.edu

1. Chun, R. F., Adams, J. S. & Hewison, M. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* **4,** 583–591 (2011).
2. Hall, J. A., Grainger, J. R., Spencer, S. P. & Belkaid, Y. *Immunity* **35,** 13–22 (2011).
3. Kjer-Nielsen, L. *et al. Nature* **491,** 717–723 (2012).
4. Treiner, E. *et al. Nature* **422,** 164–169 (2003).
5. Huang, S. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 8290–8295 (2009).
6. Gold, M. C. *et al. PLoS Biol.* **8,** e1000407 (2010).
7. Le Bourhis, L. *et al. Nature Immunol.* **11,** 701–708 (2010).
8. Chua, W.-J. *et al. Infect. Immun.* **80,** 3256–3267 (2012).
9. Chiba, A. *Arthritis Rheum.* **64,** 153–161 (2012).
10. Nicholson, J. K. *et al. Science* **336,** 1262–1267 (2012).
11. Said, H. M. *Biochem. J.* **437,** 357–372 (2011).
12. Kunisawa, J., Hashimoto, E., Ishikawa, I. & Kiyono, H. *PLoS ONE* **7,** e32094 (2012).
13. Koenig, J. E. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108** (suppl. 1), 4578–4585 (2011).

بيولوجيا التكاثر

الخلايا الجذعية تحمل بداخلها بيضًا

تمكن الباحثون من تحفيز خلايا جذعية جنينية مستزرعة مخبريًّا؛ لتتطورَ إلى بيض، مما سيولّد بدوره ذرية طبيعية. وسوف يساعد هذا الاكتشاف على فك رموز الأساس الجزيئي لتكوّن الأمشاج، وقد يُقدِّم علاجات للعقم.

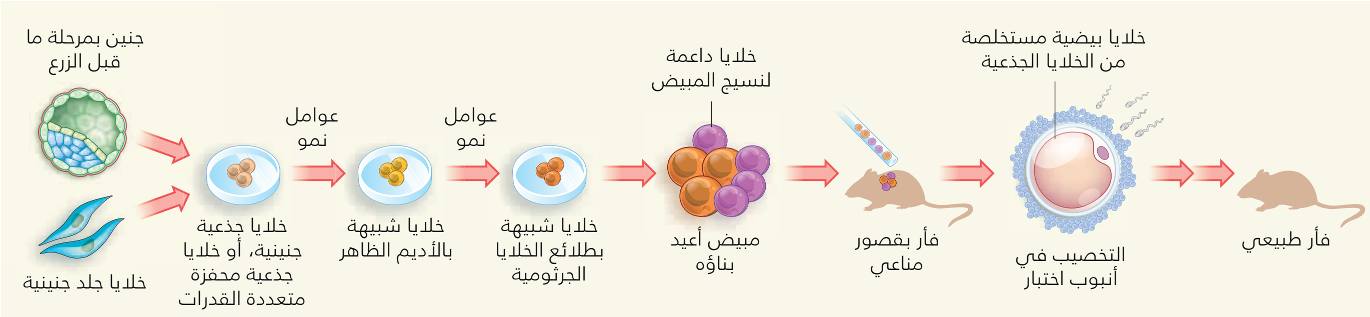
سايهم شيلوفي، وكونراد هوشديلنجر

على عكس الخصيتين.. لا تولِّد المبايض الأمشاج طوال حياتها: إذ تُولَد إناث الثدييات بكمية محدودة من الخلايا البيضية، التي تتناقص أعدادها تدريجيا حتى انقطاع الطمث. وقد شكّل هذا الحاجز البيولوجي عائقًا أمام دراسة كل من تطور الخلية البيضية في الثدييات، والآليّات الكامنة وراء عقم الإناث. وفي تقرير نُشر مؤخرًا بمجلة «ساينس»، تمكّن هاياشي وزملاؤه[1] من استحثاث خلايا جذعية جنينية لتتطوَّر إلى خلايا بيضية ناضجة، وعند تخصيبها تنشأ عنها حيوانات طبيعية ـ كما يبدو ـ ومخصبة. وإذا أضفنا هذا إلى تقرير آخر من المجموعة البحثية نفسها[2] حول توليد حيوانات منوية فاعلة من خلايا جذعية جنينية، تُقدِّم هذه النتائجُ مجتمعة أولَ بروتوكولات فعّالة ومتاحة للآخرين؛ ليعيدوا خطوات تكوين أمشاج في الذكور والإناث، لكن من خلال خلايا جذعية مستزرعة.

ويشير مصطلح «تعدد القدرات» Pluripotency إلى استطاعة مجموعة من الخلايا توليد جميع أنواع خلايا الجسم، بما في ذلك الخلايا البيضية والحيوانات المنوية. وتوجد الخلايا «متعددة القدرات» بمراحل مبكرة من نمو الجنين، قبيل زرعه في جدار الرحم، وبعد ذلك بفترة وجيزة. ويمكن الحفاظ على ثبات حالة تعدد القدرات للخلايا في أنبوبة الاختبار، من خلال استزراع أجنة بمرحلة ما قبل الاستزراع الجنينية، المعروفة باسم طور «المفلجة» أو blastocyst، وذلك لتوليد خلايا جذعية جنينية. كذلك يمكن الحصول على «خلايا جذعية مُحفَّزة متعددة القدرات» (iPS) من خلايا مُتمايزة بإضافة مزيج من عوامل النسخ[3]. وتشبه الخلايا الجذعية المُحفَّزة متعددة القدرات ـ برغم اختلاف أصولها إلى حد كبير ـ الخلايا الجذعية الجنينية على المستويين الجزيئي والوظيفي.

وبفعل المرونة التطورية لكلٍ من الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية المُحفَّزة متعددة القدرات، وسهولة استخلاصها من الفئران والبشر على حد سواء، ركّز الباحثون المشتغلون في مجال الخلايا الجذعية على فهم كيفية توجيه هذه الخلايا، لتصبح خلايا متمايزة ذات فائدة علاجية في أنبوب الاختبار. وتمكَّن العلماء بالفعل من إنتاج خلايا عصبية وخلايا عضلة القلب وخلايا الأمعاء، من بين عدة أنواع أخرى من الخلايا، وذلك من مزرعة خلايا مستزرعة متعددة القدرات. إلا أنه كان معروفًا أن من الصعب تحفيز إنتاج أمشاج فاعلة من خلايا جذعية جنينية[4]. وهذا ليس مفاجئًا، لأن عملية نضوج الخلايا الجرثومية عملية معقدة من التغيّرات الخلوية والكروموسومية والجزيئية التي تمنح الحيوانات المنوية الناضجة والخلايا البيضية قدراتٍ فريدة تؤهلها لتكوّن كائنًا حيًّا كاملًا بعد الإخصاب.

في تجربة مذهلة، ولّد هاياشي وزملاؤه[1] خلايا بيضية من خلايا جذعية «جنينية» أو «مُحفزّة متعددة القدرات»، وذلك عن طريق تطوير إجراء له عدة خطوات، يحاكي الأحداث التي تقع للأجنة في طور النمو (الشكل 1). وبعد أن تزرع الأجنة في الرحم بوقت قصير، تَتَحدّد خلايا أسلاف الأمشاج المُبكِّرة ـ التي تعرف باسم «طلائع الخلايا الجرثومية» PGCs ـ داخل طبقة خلايا من المراحل المتقدمة من «الخلايا متعددة القدرات»، التي تعرف باسم الأديم الظاهر، الجاهزة للتمايز[5]. وفي خطوة أولية، حدد المؤلفون مجموعة من عوامل النمو التي تستطيع بكفاءة أن تولِّد خلايا شبيهة بالأديم الظاهر، وذلك باستخدام خلايا جذعية جنينية. تُعرَّض لاحقا الخلايا الشبيهة بالأديم الظاهر لعوامل مُحفِّزة لنمو الخلايا الجرثومية



الشكل 1 | تكوين خلايا بيضية من خلايا جذعية مستزرعة. عرّض هاياشي وآخرون1 الخلايا الجذعية الجنينية المشتقة من الأجنة قبل زرعها (في الرحم) أو من «الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات» المُستَمَدة من خلايا جلد الجنين لمزيج من عوامل النمو؛ لتوليد خلايا تشبه الأديم الظاهر. وأدّى تعَرُّض هذه الخلايا لمجموعة مختلفة من عوامل النمو إلى تشكيل خلايا تشبه «طلائع الخلايا الجرثومية». ولتحفيز نضوج هذه الخلايا الأخيرة، قام الباحثون بوضعها جنبًا إلى جنب مع الخلايا الداعمة لنسيج المبيض، ثم زرعوا «الخلايا الجذعية المُحفّزة متعددة القدرات» تحت جراب المبيض لفئران ذات قصور مناعي، حيث شرعت الخلايا في الانقسام الخلوي الاختزالي، ثم خُصّبت ـ في أنبوب اختبار ـ الخلايا البيضة الناتجة بحيوانات منوية مستخلصة بشكل طبيعي؛ فنتجت عنها فئران طبيعية. وباستخدام استراتيجية مماثلة، ولّد هاياشي2 وزملاؤه حيوانات منوية ناضجة من خلايا جذعية جنينية، و«خلايا جذعية محفزة متعددة القدرات».

في الجسم الحي، وتبعًا لهذا التحفيز، ولّدت خلايا شبيهة بطلائع الخلايا الجرثومية في أنبوبة الاختبار.

ولإعادة جينوم الخلايا الجرثومية للوضع المبدئي، استعدادًا للجيل التالي، يجب أن تفقد طلائع الخلايا الجرثومية تعديلات كيميائية معيّنة ـ موجودة عبر الجينوم ككل ـ تسيطر على نشاط الجينات[5]. وتشمل هذه المؤشرات الوراثية اللاجينية عمليات مثل «مَثيَلَة الحمض النووي» للـ«جينات المدمغة» imprinted genes، التي يتم التعبير عنها بطريقة محددة جنسيا بفعل كروموسومات الأم، أو الأب، ولها أدوار حاسمة في نمو الجنين. وفي الخلايا البيضية والحيوانات المنوية، يعاد تأسيس هذه العلامات في شكل أنثوي أو ذكري، وتُعزَّز بتأثير مثيلاتها من الجينات المدمغة على عملية الإخصاب.

بعد محو الدمغ الجيني، تحتاج طلائع الخلايا الجرثومية إلى أن تمر عبر مراحل انقسام خلوي اختزالي لتوليد أمشاج فاعلة. وكأي خلية أخرى، سواء أكانت جنينية، أم ناضجة، تحمل «طلائع الخلايا الجرثومية» مجموعة كاملة من كروموسومات الأم والأب، لكن أثناء الانقسام الخلوي الاختزالي، يُختزل الجينوم ثنائي مجموعة الكروموسومات ـ من الأبوين ـ إلى جينوم أحادي مجموعة الكروموسومات، وتوزّع الكروموسومات بشكل عشوائي بين الأمشاج الناتجة.

ولدفع «أشباه طلائع الخلايا الجرثومية» نحو إعادة الجينوم للوضع المبدئي، ودخولها في الانقسام الخلوي الاختزالي، قام هاياشي وزملاؤه بتنمية مبايض اصطناعية في أنبوب اختبار. وللقيام بذلك.. قاموا بتجميع الخلايا الداعمة التي تحيط عادة بالخلايا البيضية في المبايض الجنينية، التي تدعى بالخلايا المُحبَّبة granulosa و«خلايا القرابة»theca مع طلائع الخلايا الجرثومية المشتقة من الخلايا الجذعية الجنينية. وبشكل مميز، مرّت الخلايا الشبيهة بطلائع الخلايا الجرثومية في هذه المجموعات عبر المحو الحاصل نفسه للدمغ الجيني، والملحوظ بشكل طبيعي في النمو.

كان التحدي الأكبر هو دفع الخلايا الأولية الشبيهة بطلائع الخلايا الجرثومية؛ لتتطور إلى خلايا بيضية، سوف تنخرط لاحقًا في عملية انقسام خلوي اختزالي. وقد أنجز هاياشي وزملاؤه هذا العمل الفذ من خلال زرع مجموعات شبيهة بالمبيض في موقع تحت جراب المبيض (كيس من النسيج الضام يحيط بالمبيض) في فأر متلقٍّ ذي قصور مناعي، ومن ثم تطورت الخلايا الشبيهة بطلائع الخلايا الجرثومية المزروعة إلى مرحلة مبكرة من الخلايا البيضية.

وفي خطوة أخيرة، عزل المؤلفون هذه الخلايا البيضية، وتركوها لتصل إلى مرحلة النضوج في أنبوبة اختبار، ومن ثم لقّحوها بالحيوانات المنوية. وفي حين توقفت بعض الخلايا البيضية المخصبة عن النمو نتيجة لعيوب جينية، تطورت أخريات إلى صغار فئران سليمة نمت، وصولًا إلى مرحلة البلوغ، وورّثت جينومها للجيل التالي. وفي مجموعة تكميلية من التجارب، بيَّن هاياشي وزملاؤه أنه يمكن التلاعب بخلايا جذعية مُحفَّزة متعددة القدرات، مستمدة من خلايا جلد الجنين، وبالمثل توليد خلايا بيضية فعالة[1].

وتثبت هذه الدراسة[1] وتقرير المؤلفين السابق[2] صحة مبدأ إمكانية برمجة الخلايا الجذعية متعددة القدرات عبر سلسلة من الخطوات؛ وصولًا إلى أمشاج فاعلة. وبرغم هذا التقدم الرائع، ما زال أمامنا عديد من المهام التي يجب أن نقوم بها.. فمثلًا، ينبغي العثور على طريقة لتجنب إنتاج خلايا بيضية لها عيوب جينية قد تضرّ بالنمو. كما يحتاج الباحثون إلى تحديد ما إذا كانت الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات من أصول بشرية تستطيع التمايز إلى حيوانات منوية وخلايا بيضية في المزرعة المخبرية. ومقارنةً بالخلايا الجذعية الجنينية للفأر، يُعتقد أن الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات في الإنسان أكثر تطورًا، بحيث إنها تشبه بالفعل الخلايا في مرحلة الأديم الظاهر ـ بعد زرع الجنين في جدار الرحم ـ المتأهبة للتمايز. وبسبب هذا الفرق الأساسي، قد يكون من الأسهل تحفيز الخلايا الجذعية الجنينية البشرية لإنتاج خلايا جرثومية.

تُرى، هل يمكن تجاوز شرط استخدام الأنسجة الجنينية للمبيض، وشرط زرع مجموعة أنسجة المبيض في حيوانات متلقية، لتولّد مباشرة في أنبوبة اختبار؟ ستكون هناك أهمية خاصة لتحقيق هذا في الظروف العلاجية، كاستعادة نمو الخلايا البيضية بعد العلاج الكيميائي. فقد يكون من الممكن تحفيز خلايا المبيض الداعمة عبر تمايز الخلايا الجذعية الجنينية أو الخلايا الجذعية المُحفَّزة متعددة القدرات، أو عبر «التمايز التحولي» transdifferentiation لخلايا الجلد أو الدم. (التمايز التحولي هو تحوّل نوع من الخلايا الناضجة إلى نوع آخر بفعل التفعيل القسري للجينات التنظيمية، كما تحقق مؤخرًا[6] بالنسبة لخلايا سيرتولي، التي تدعم تكوين الحيوانات المنوية). كما أن تطوير نظم الاستزراع هذه هو مفتاح فهم الأحداث الجزيئية والخلوية المعقدة التي تمكّن خلايا الدعم في الذكور والإناث من حثّ الخلايا الجرثومية على النضج والانقسام الخلوي الاختزالي في الجسم الحي.

وهناك لغز آخر، هو ما إذا كانت الخلايا البيضية التي أدت إلى إنتاج الذرية في هذه الدراسة تعادل حقا تلك التي نحصل عليها مباشرة من المبايض. وبرغم أن صغار الفئران الوليدة كانت طبيعية ظاهريا، فإن عيوبًا، كالعجز السلوكي ونمو الأورام ـ التي قد تحدث مثلا بسبب محو غير مكتمل للدمغ الجيني، أو إعادة تأسيس معلوماته ـ قد لا تعبر عن نفسها إلا في وقت لاحق من حياتها. لذلك.. هناك حاجة إلى دراسة متأنية للفئران مع تقدمها في السن.

ورغم ذلك.. يمثل هذا الاكتشاف علامة فارقة في مجال البحوث الأساسية إذ لخّصت كل الخطوات الرئيسة لتكوين الأمشاج في الخلايا الجذعية المستزرعة. وقد يساعد الفهم المُتحصل من ذلك الباحثين—مثلا— في التعرف على النشاط الأنزيمي المسؤول عن محو الدمغ الجيني وغيرها من المؤشرات الأخرى أثناء تطوّر طلائع الخلايا الجرثومية.

ولهذه النتائج تضمينات عملية؛ فالنساء اللواتي لا يمكنهن إنتاج الخلايا البيضية بسبب إصابة ما، بفعل المرض أو العمر، قد يُصبحن يومًا ما قادرات على إنجاب الأطفال بتخصيب مختبري لخلايا بيضية منهن، مستخلصة من خلايا «جذعية محفزة متعددة القدرات»، إلاّ أن احتمال زرع الخلايا البيضية في أرحام النساء يثير مخاوف متعلقة بالسلامة وبالقضايا الأخلاقية، التي يجب أن تناقش بعناية، إذا ما تكررت هذه النتائج في البشر. ورغم ذلك.. فقد توفّر الأمشاج المستمدة من «الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات» نموذج استزراع قيّم لدراسة العوامل الجينية والبيئية المؤدية إلى العقم. كذلك قد تساعد هذه التقنية في إنقاذ الأنواع المهددة بالانقراض أو المنقرضة من خلال إنتاج الخلايا البيضية والحيوانات المنوية من الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات المستخلصة من عينات الدم المجمَّد أو الجلد. ■

سايهم شيلوفي، وكونراد هوشديلنجر، من معهد هوارد هيوز الطبي، بمستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن، بولاية ماساتشوستس بالولايات المتحدة. كما يعملان بمعهد جامعة هارفارد للخلايا الجذعية، وفي قسم الخلايا الجذعية والبيولوجيا التجديدية بجامعة هارفارد، كامبريدج.
البريد الإلكتروني: khochedlinger@helix.mgh.harvard.edu

1. Hayashi, K. *et al. Science* **338,** 971–975 (2012).
2. Hayashi, K., Ohta, H., Kurimoto, K., Aramaki, S. & Saitou, M. *Cell* **146,** 519–532 (2011).
3. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).
4. Daley, G. Q. *Science* **316,** 409–410 (2007).
5. Surani, M. A. & Hajkova, P. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* **75,** 211–218 (2010).
6. Buganim, Y. *et al. Cell Stem Cell* **11,** 373–386 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إيقاع الليل والنهار

الاكتئاب تحت الضوء

يؤدي التعرّض لدورات غير طبيعية من تعاقب الضوء والظلام إلى سلوك يشبه الكآبة ونقص التعلّم لدى الفئران. وتبدو هذه العيوب كأنها تحدث بمعزل عن اضطرابات النوم والعمليات الأخرى التي تُنظّمها الساعة البيولوجية.

ليزا م. مونتيجيا، وإيج ت. كافالالي

يمكن لتغيّرات الضوء في البيئة أن تبدّل المزاج، وأن تؤثّر بصورة سيئة على وظائف الإدراك[1]. وفي المقابل، ليس هناك فهم كافٍ عن هوية الدارات العصبية المتّصلة بالتعديل الذي يحدثه الضوء على المزاج والإدراك، وطريقة أداء وظائفها. تقول الفرضية السائدة بأنه استنادًا إلى كون التبدّلات في الضوء تُحدِث اضطرابات في الإيقاعات المتّصلة بتعاقب الليل والنهار، (وهي عمليات تسيطر عليها على مدار اليوم «24 ساعة» الـساعة البيولوجية الكامنة في أجسادنا)، بما فيها النوم؛ فإنها بطريقة غير مباشرة، تبدّل المزاج وتعوق التعلّم. وفي هذا السياق، استكشف ليجيتس وفريقه[2]، الارتباط بين آثار الضوء على نظام تعاقب الليل والنهار في الجسم، وبين اختلال تنظيم المزاج؛ كما شرعوا بتوضيح الدوائر العصبية الكامنة وراء ذلك. وقدموا أدلة مقنعة على أن اختلال التعرّض طبيعيًا للضوء يمكن أن يؤثّر بصورة مباشرة على المزاج والتعلّم.

فقد عرّض ليجيتس ورفاقه فئران المختبر إلى الضوء لثلاث ساعات ونصف الساعة، ثمّ تعرضت للظلام المدة نفسها (دورة الضوء ت-7)، بدلًا من التعرّض الطبيعي للضوء مدة 12 ساعة، ثم للظلام 12 ساعة أخرى، ثم نظروا في تأثيرات دورة ضوء ت-7 غير الطبيعية، على السلوك المُشابه للكآبة، كما على التعلّم والذاكرة. لم تبدّل «دورة الضوء ت-7» مجموع كمية النوم عند الفئران، ما يعني استقلال تأثيراتها الفسيولوجية عن مسألة الحرمان من النوم. كذلك، لم تتسبّب هذه الدورة في تعطيل مهم لإيقاعات الليل والنهار في الجسم، بمعنى أن الساعات البيولوجية التي تنظّم عمل الوظائف الفسيولوجية بالتنسيق مع دورات تعاقب الليل والنهار في الطبيعة، ظلّت مُصانة ومتناغمة مع بعضها البعض.

برغم هذا.. عانت الفئران التي تعرّضت لـ«دورة ت-7» من زيادة السلوك المُرتبط بالاكتئاب، بالترافق مع زيادة بمستويات هرمون كورتيكوستيرون، وهو ارتباط محتمل مع الاكتئاب. كذلك، أظهرت الفئران تدهورًا لبعض أشكال التعلّم والذاكرة، كما تشير تبدّلات نطاق «التحفيز طويل الأمد» (LTP) ـ وتتمثل في زيادة في قوة وصلات التشابك العصبي بين خلايا عصبية (عصبونات) ترتبط بالتعلّم والذاكرة ـ في منطقة «قرن آمون» بالدماغ. بيد أن تراجع التشابك طويل الأجل (نقص القوة) لم يتأثّر؛ مما يشير إلى أن التغيّرات التي استحثّها الضوء تعود حصريًا إلى قوة التشابك العصبي.

وثمة تقنين دقيق لوظائف فسيولوجية، كالنوم وأيض الغذاء بواسطة تعاقبات الليل والنهار، التي تأتي مع التعرّض طبيعيا للضوء[3]. وتقليديًّا، يُلمَس أثر الضوء من قِبل عصبونات حسّاسة للفوتونات، وهي الوحدات الأساسية التي يقاس بها الضوء ـ أعصاب مخروطية وعصوية في شبكية العين ـ تبث معلومات إلى خلايا العُقدية بالشبكية (RGCs)، التي بدورها تتصّل بمناطق عليا في الدماغ، مسؤولة عن تكوين الصُوَر. وهناك مجموعة من خلايا العُقدية الشبكية الداخلية الحسّاسة للفوتونات (ipRGCs)، تظهر فيها صبغة «ميلانوبسين» الضوئية، وهي متمايزة عن الأعصاب المخروطية والعصوية والخلايا العُقدية الشبكية. تعمل هذه المجموعة وسيطًا في العمليات غير المرتبطة بتكوين الصور عند التعرّض للضوء[4،5]. وتضاهي الحساسية للضوء في «ميلانوبسين» نظيرتها لدى العمليات الفسيولوجية المعتمدة على الضوء، التي لا تتدخل في تكوين الصور، والتي ينظّمها تعاقب الليل والنهار، وبضمنها الحركة والانعكاس اللاإرادي للضوء ببؤبؤ العين[6،7]. وللتحقق مما إذا كانت الأنماط التي ظهرت في «دورة ت-7» تعود إلى الأثر المباشر للضوء، مستقلًا عن عمليات تكوين الصور، عرّض ليجيتس وزملاؤه فئرانًا تفتقد الخلايا العقدية الشبكية الحساسة للفوتونات (ipRGCs)، إلى «دورة ت-7» من تعاقب الضوء والظلام. لم تُظهر الحيوانات المفتقدة لهذا النوع من الخلايا تبدّلات في السلوك المُشابه للاكتئاب، أو التعلم، أو التحفيز طويل الأمد. لذا.. خلص الباحثون إلى أن الضوء المتفاعل مع الخلايا الحساسة للفوتونات يؤثّر بصورة مباشرة على تنظيم المزاج والتعلّم.

«يقدم هذا البحث خريطة طريق تفصيلية سعيًا لفهم آثار الضوء على وظائف المزاج والإدراك»

وتدعم هذه النتائج استخدام نسق «دورة الضوء ت-7»، بوصفه نموذجًا لاكتئاب الحيوان، خصوصًا في تقييم العلاجات المُضادة للكآبة. فالنماذج المستعملة حاليًا تميل إلى الاتّكاء على نمط السلوك اليائس، الذي يقيس سرعة «استسلام» الحيوان لدى تعرّضه لوضع عدائي، ويقيس فعّالية الأدوية المُضادة للاكتئاب بناء على قدرتها في تحسين هذا الأداء. وربما ساعد تنوّع الأنساق السلوكية على اكتشاف أهداف دوائية صالحة للاستخدام إكلينيكيًّا (بشريًّا) في العيادات، التي قد لا تكتشف عبر المقاربات التقليدية؛ وربما قاد أيضًا إلى مُضادات اكتئاب تكون أكثر فعالية وموثوقية.

تثير الدراسة سؤالًا تعجيبًا عن دور الآليات والأهداف العصبية المُحدّدة للخلايا الحساسة للفوتونات في نقل تأثيرات الضوء على عمل المزاج والإدراك. ويشير ذلك إلى أنه ليس فقط تفعيل الخلايا الحساسة للفوتونات، بل أيضًا تغيرات الأنماط طويلة الأمد لتعرُّض هذه الخلايا للضوء يؤدي إلى لدونة التشابك (تعديل قوة المشابك العصبية التي تمثل أساس تغيرات السلوك). ويبقى الأمر مُلتبسًا، إنْ كان هذا التأثير ناجمًا عن تبدّلات قوة التشابكات في الخلايا الحساسة للفوتونات نفسها، أو عبر تقنين الأهداف العصبية التالية. وقد لوحظت أوجه عجز في تشابكات «قرن آمون» بالدماغ، مما يشير إلى تغيّرات أكثر عمومية في اللدونة العصبية، تتجاوز الامتدادات العصبية لتشابكات الخلايا الحساسة للفوتونات. ينبغي التعرّف على الأهداف المباشرة لامتدادات الخلايا الحساسة للفوتونات[8] (تشمل النواة فوق التصالبية والوريقة ما بين الركبية والنواة الزيتونية ما قبل الحسّية، لكنها لا تقتصر عليها)، التي تؤدي دور الوسيط لهذه الاختلالات في التشابك العصبي.

ومن المثير للاهتمام أن ليجيتس وفريقه أفادوا بأن العلاج طويل الأجل بمضادات الاكتئاب من نوعي «فلوكسيتين» fluoxetine و«ديسيبرامين» desipramine، يقلب مسار بعض التغيّرات السلوكية الناجمة عن «دورة ت-7»، مع ما يتصل بها من نقص في «التحفيز طويل الأمد». ويشير هذا إلى أن مُكوّنات الدائرة العصبية نفسها ـ وربما بمساهمة عناصر عصبية (مغذّية) ـ تيسّر عملية النمو العصبي بحسب النماذج التقليدية، وتؤدي إلى سلوك شبه اكتئابي؛ منخرطة في الاستجابة الاكتئابية للتعرض غير الطبيعي للضوء.

بيد أن الحساسية لتناول مُضادات اكتئاب لمدة طويلة، تمثّل سمة مميّزة لأنساق سلوكية تعتمد على إحداث مزمن للإجهاد العصبي، كالإحساس بالهزيمة الاجتماعية[9] (حيث تتكرر هزيمة الحيوان بمواجهات مع حيوان آخر من النوع نفسه). وبناء على ذلك.. يجدر التوسع في استكشاف إنْ كانت اللدونة الأكثر عمومية التي رصدها ليجيتس وفريقه مرتبطة بإجهاد عصبي ناجم عن التعرض لـ«دورة الضوء ت-7». وسيكون مهمًّا أيضًا اختبار إنْ كانت السلوكيات المُشابهة للاكتئاب تستجيب لمُضادات الاكتئاب سريعة المفعول، كـ«كيتامين» الذي يخفّف الأعراض خلال ساعات[10]، أم لا. ويساعد قياس الاستجابة للـ«كيتامين» في تحديد ما إذا كانت هذه السلوكيات غير الطبيعية التي استحثّها الضوء قابلة للتلاشي في مدة قصيرة، أم لا، على غرار الأنماط التي تحفّز سمات شبيهة بالاكتئاب خلال السلوك اليائس.

قدّم بحث ليجيتس وزملاءه خريطة طريق تفصيلية؛ سعيًا لفهم آثار الضوء على وظائف المزاج والإدراك. إن شرح وتحليل الأثر المباشر لامتدادات التشابكات العصبية للخلايا الحساسة للفوتونات، على المزاج والإدراك، لن يبسط مسار عملية التعديل العصبي الملغزة فحسب، بل سيقدّم أيضًا أهدافًا عصبية جديدة لعلاجات الاضطرابات السلوكية والإدراكية. ■

ليزا م. مونتيجيا، باحثة بقسم الطب النفسي، و**إيج ت. كافالالي**، باحث بقسم علم الأعصاب، بـ«المركز الطبي بجامعة جنوب غربي تكساس»، دالاس، تكساس، بالولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: lisa.monteggia@utsouthwestern.edu

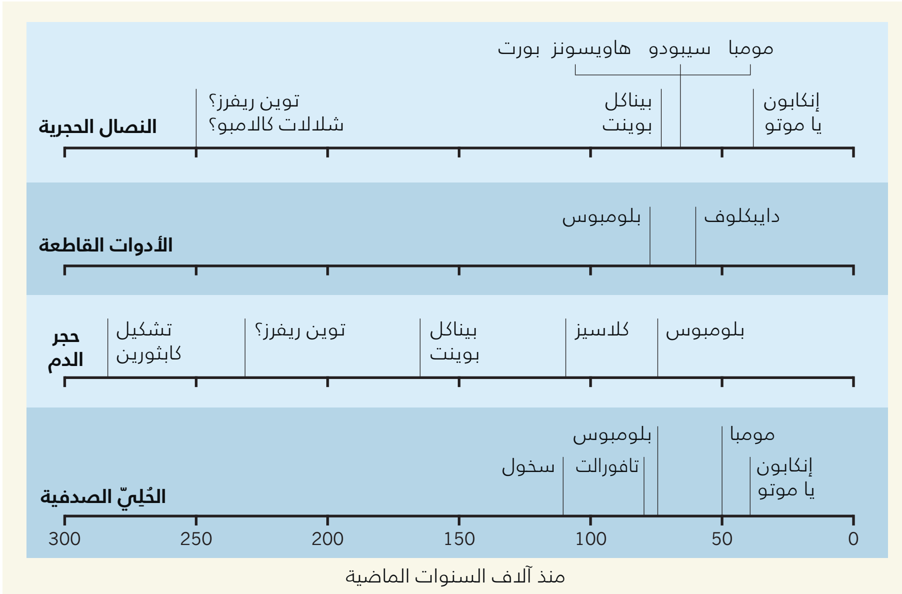
1. Foster, R. G. & Wulff, K. *Nature Rev. Neurosci.* **6,** 407–414 (2005).
2. LeGates, T. *et al. Nature* **491,** 594–598 (2012).
3. Mohawk, J. A., Green, C. B. & Takahashi, J. S. *Annu. Rev. Neurosci.* **35,** 445–462 (2012).
4. Berson, D. M., Dunn, F. A. & Takao, M. *Science* **295,** 1070–1073 (2002).
5. Hattar, S., Liao, H.-W., Takao, M., Berson, D. M. & Yao, K.-W. *Science* **295,** 1065–1070 (2002).
6. Do, M. T. H. *et al. Nature* **457,** 281–287 (2009).
7. Chen, S.-K., Badea, T. C. & Hattar, S. *Nature* **476,** 92–95 (2011).
8. Hattar, S. *et al. J. Comp. Neurol.* **497,** 326–349 (2006).
9. Berton, O. *et al. Science* **311,** 864–868 (2006).
10. Autry, A. E. *et al. Nature* **475,** 91–95 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنثروبولوجيا الإنسان القديم

شَحْذ الذهْن

يشير اكتشاف أدوات حجرية تعود إلى حوالي 71000 سنة مضت في موقع في جنوب أفريقيا إلى أن البشر الذين صنعوها طوّروا قدراتهم على وضع أفكار مركبة، ونقل هذه المعرفة إلى الأجيال التالية.



الشكل 1 | الأدلة الأثرية على السلوك الحديث لدى البشر العقلاء الأول. وفقًا لسجل الحفريات، يعود التشريح البشري الحديث إلى حوالي 200 ألف سنة خلت[2]. وتأتي الأدلة الأثرية المستخدمة لتحديد وقت ونمط تطور الفكر والسلوك الإنساني الحديث على شكل إنتاج النصال الصغيرة (أدوات حجرية صغيرة)، واستخدام حجر الدم (الهيماتايت) كصبغة، والتزيين بزخارف محفورة، وصناعة الحليّ الصدفيّة. ويحتوي الموقع الساحلي بيناكل بوينت في جنوب أفريقيا على مواد ملونة[4]. ويصف براون وزملاؤه حاليًا[1] النصال الصغيرة التي وجدت في هذا الموقع. ومواقع البحث الأثرية الأخرى هي: توين ريفرز في زامبيا، وشلالات كالامبو في زامبيا، وهاويسنز بورت في جنوب أفريقيا؛ وسيبودو في جنوب أفريقيا، وموميا في تنزانيا، وإنكابون يا موتو في كينيا، وكلاسيس في جنوب أفريقيا، وموقع كابثورين في كينيا؛ وبلومبوس في جنوب أفريقيا، ودايبكلوف في جنوب أفريقيا، وسخول في إسرائيل، وتافورالت في المغرب.

سالي مَكْبريرتي

كان منشأ الوعي البشري تاريخيًّا محطّ اهتمام الفلاسفة ورجال الدين وعلماء اللغة، والأنثروبولوجيا وعلماء النفس. وخلال العقد الماضي، أصبح موضع اهتمام رئيس بين علماء الآثار أيضًا. فهل ظهرت الطريقة الحديثة في التفكير الإنساني في وقت مبكر، أَمْ في وقت متأخر من تاريخ الجنس البشري، وهل تطورت تدريجيًّا، أَمْ بصورة مفاجئة؟ في هذا السياق، وضع براون وآخرون[1] تقريرًا عن اكتشاف القطع الأثرية الحجرية الدقيقة التي تشير إلى أن القوس والسهم كانا قد استُخدما من قِبَل الناس في أفريقيا في وقت مبكر، يعود إلى ما قبل 71000 سنة. بيد أن تصنيع واستخدام هذا النظام التسليحي هو مؤشر قوي على أن «الإنسان العاقل» *Homo sapiens* تمكّن بالفعل في ذلك الوقت من إتقان التكنولوجيا والأفكار المركبة.

ويؤكد بعض الباحثين أن هناك انقطاعًا بين ظهور التشريح البشري الحديث، الذي يُظْهِر السجل الأحفوري أنه كان موجودًا بأفريقيا قبل مئتي ألف سنة[2]، وبيّن ظهور السلوك البشري الحديث، الذي يجادلون بنشوئه متأخرًا قبل أربعين ألف سنة[3]. والتفسير المقترح لهذه الفجوة الزمنية هو حدوث طفرة جينية أثّرت على القدرة المعرفية في وقت ما بين 50 و40 ألف سنة مضت، لتستمر بعد ذلك[3]. ومع ذلك.. فإني أعتقد أن القدرة المعرفية الحديثة ظهرت في نفس وقت ظهور التشريح الحديث، وأن المظاهر المتنوعة للثقافة الإنسانية نشأت تدريجيًّا على مدى آلاف السنين التي تلتها[4]، وتتّجه النتائج التي توصل إليها براون وزملاؤه ـ إلى حدٍّ ما ـ نحو دعم هذه الفرضية.

إن القارة الأفريقية قارة مترامية الأطراف، سكنها البشر وأسلافهم أشباه البشر لأكثر من 5 ملايين سنة. ورغم ذلك.. لم يتم استكشاف سوى جزء صغيرٍ منها بصورة منهجية من قِبَل علماء الآثار. ويؤثر تباين القطَع الأثرية والحفريات المحفوظة على معرفتنا بالماضي. لذا.. ليس مستغربًا عدم امتلاكنا لسجل موثّق كامل ومستمر للأنشطة البشرية. وبافتراض أن سجلّ الأنشطة البشرية أكثر اكتمالاً، فغالبًا ستمثِّل جوانب السلوك في الماضي جزئيًّا، أو لن تمثله على الإطلاق. وهذا لا يمنع من أن بعض العلماء أشاروا إلى مغزى لوجود الثغرات في السجلّ؛ فهي تعكس التطوّر غير المكتمل للقدرات الثقافية البشرية[3]، وعزلة المجموعات السكانية الصغيرة في عصور ما قبل التاريخ، أو التنوعات الموروثة للتكيّف البشري. وهناك أنواع معينة من الأدلّة التي يُعتقد أنها تمثِّل الأفكار الحديثة كانت قد وجدت تكرارًا، لكن في مواقع منتشرة بجميع أنحاء أفريقيا، ومن عصور تاريخية متفاوتة.

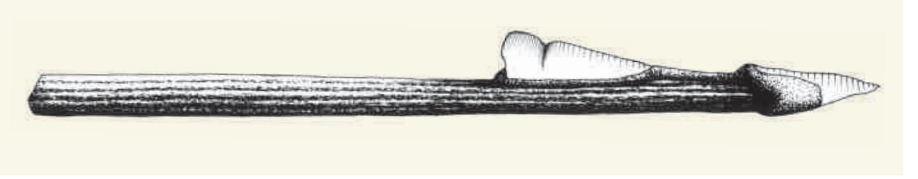
ولا يزال أمر عدم الاستمرارية الملاحظ في السجلّ الحالي موضع جدل، لتحديد ما إذا كان مجرد مظهر من مظاهر نقص في السجلات، أَمْ أنه انعكاس حقيقي لعدم تمكن أسلاف الإنسان العاقل من الحفاظ على الابتكارات وإيصالها للآخرين.

وهناك اعتبار آخر، هو اعتماد تاريخ ظهور السلوك البشري الحديث على المعايير المستخدمة في التعرف عليه[5]، فقد استخدم الباحثون مجموعة متنوعة من الإجراءات لهذا الغرض، لكن معظم المناقشات التي جرت مؤخرًا[6] اختارت القطع الأثرية ذات المحتوى الرمزي، مثل الفن، أو الزخارف، كمعيار لتحديد القدرات المعرفية الحديثة. والمنطق وراء ذلك هو أن التمكّن من إنتاج هذه القطع يتطلب قدرة على التعامل مع الرموز، وهذا بالتالي يدلّ على وجود اللغة. وبعض الباحثين يُدرج استخدام الصبغة كمؤشر على التفكير الرمزي[4،6،7]، ويُظهِر السجلّ أن المواد الملونة ربما تكون قد استُخدمت منذ وقت مبكر يرجع إلى 200 أو 300 ألف سنة مضت[4،8] (الشكل 1). أما مواد الزخرفة، مثل الخرز[9-12]، والزينة المنحوتة على الأدوات ذات الاستعمال اليومي[13،14]، فهي مقبولة عالميًّا كدليل على التفكير الرمزي، وهي تظهر في السجلّ الأفريقي الذي يعود إلى ما بين 60 و100 ألف سنة خلت، لكن الانتقادات الموجهة إلى هذه التوجهات تؤكد أن الربط بين هذه الموجودات المادية وطريقة التفكير ليس مقنعا[15]، أو أن تأريخ هذه الموجودات أو الإطار الذي عثر فيها عليه يحيطه الشك.

أمّا براون وزملاؤه، فيتّبعون منطقًا آخر، فهم يقولون إن التكنولوجيا المعقّدة تدل على القدرة على استيعاب الأفكار المعقدة، وعلى نشر هذه الأفكار، وبالتالي اللغة. يستند هذا المنطق إلى عثور المؤلفين على «نِصَال» حجرية صغيرة في موقع «بيناكل بوينت6-5 (PP5-6)» بجنوب أفريقيا. ويقدم الباحثون ضمن هذا الإطار معلومات رائعة على شكل وصف تفصيلي للطبقات الأثرية، مع تحديد فائق الدقة لمواقع كافة الموجودات. ويشير التأريخ باستخدام تقنية «التألق المُحَفّز بصريًّا» إلى أن عمر هذه المواد يعود إلى ما قبل 70 ألف سنة تقريبًا، مما يُظهِر أن البشر الذين استوطنوا المنطقة في هذا الوقت كان لهم من المهارات المتقدمة اللازمة ما يؤهلهم لإنتاج هذه الأدوات. والجدير بالملاحظة أنه قد أشير[16] إلى أن تقنية النصال الحجرية الدقيقة كانت موجودة في وسط أفريقيا قبل ذلك بكثير، أي قبل 200 إلى 300 ألف سنة، لكن سياق العثور على تلك الاكتشافات غير معروف، وطرق تأريخها غير مؤكدة.

لقد كان البشر الذين يصنعون النِّصال الصغيرة التي عُثر عليها في موقع «بيناكل بوينت6-5» يقتطعون رقاقات صغيرة من الأحجار، تم اختيارها بعناية، استنادًا إلى خصائصها التكوينية، ثم يعمدون إلى معالجتها بالحرارة لتحسين قابلية العمل بها، يلي ذلك إضفاء اللمسات الأخيرة على هذه النِّصَال، بغرض إعطائها أشكالاً هندسية صغيرة. وعندما يتم العثور على مثل هذه الأدوات الحجرية الهندسية ضمن أطر ومواقع ما قبل تاريخية استثنائية، أمكن الاحتفاظ بالخشب فيها، فهي تشكل جزءًا من السهم[17] (الشكل 2)، كما ترتبط النِّصَال الصغيرة مع تقنية هاويسونز بورت الصناعية الجنوب أفريقية، التي يرجع تاريخها إلى 65-60 ألف سنة (الشكل 1)، وتحليل علامات آثار الأضرار والمخلفات العضوية على الأدوات الحجرية الدقيقة لـ«هاويسنز بورت» في موقع سيبودو يدعم فكرة كونها جزءًا من القذائف[18]. لذا.. يعتبر وجود النِّصَال الحجرية الدقيقة بموقع «بيناكل بوينت 5-6» مؤشرًا قويًا على أن سكان هذا الموقع قد استخدموا القوس والسهم، برغم وجود أضرار مماثلة، وتحليل البقايا العضوية على القطع الأثرية الموجودة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 2 | نقطة مركبة. هذا السهم السليم من رونيهولم في السويد ـ الذي يرجع تاريخه إلى ما يقرب من 9000 سنة مضت17ـ يظهر طريقة تثبيت النصل الحجري الصغير على رمح خشبية. وهناك وظيفة مشابهة للنصال التي وصفها براون وزملاؤه[1]، وهي النصال الصغيرة التي وجدت في جنوب أفريقيا، البالغ عمرها 71000 سنة. (صورة مقتبسة من المرجع17)

بموقع «بيناكل بوينت 5-6» سيعزز فهمنا لاستخدامها.

يسرد براون وزملاؤه الخطوات الست التي يُعتقَد أنها كانت تُتّبع في تصنيع النِّصَال الصغيرة التي عُثر عليها في موقع «بيناكل بوينت 5-6»: جمع ونقل المواد الحجرية الخام، وجمع أخشاب الوقود، والمعالجة الحرارية للحجارة، وإعداد النواة الحجرية، وإنتاج النصال، وتقليم النِّصَال؛ وصولًا إلى شكلها النهائي. وإدماج هذه الأدوات الحجرية في جسم السهم وصناعة القوس والسهم كان يتطلب عديدًا من الخطوات الإضافية، التي تتضمن جمع وتعديل مجموعة متنوعة من المواد، بما فيها الخشب والريش والألياف والصمغ، وربما الريش أيضًا، والعظام والأوتار. ولا شكّ أن هذه العمليات كانت تستمر أيامًا أو أسابيع أو شهورًا، وكان يمكن أن يقطع تواصلها الالتفات إلى أمور ومهام غير ذات صلة بها، وإنْ كانت أكثر إلحاحًا.

إن القدرة على الاحتفاظ بأشكال الأدوات وطرق التعامل معها وتشغيلها في الذاكرة، وتنفيذ الإجراءات موجَّهة الهدف على مرّ الزمان واختلاف المكان، هي ما يُعرف بالوظيفة التنفيذية[15]، وهي إحدى المكونات الأساسية للعقل الحديث. ويشير التقرير الذي وضعه براون وزملاؤه إلى أن هذه القدرة كانت موجودة في جنوب أفريقيا منذ 71 ألف سنة. وبالإضافة إلى ذلك.. تُظهِر بياناتهم أن تقنية النِّصَال الصغيرة استمر وجودها في «بيناكل بوينت 5-6» لأكثر من 10 آلاف سنة، مما يوحي بأن تفاصيل عملية تصنيعها قد تم تناقلها بين الأفراد على مدى أجيال عديدة.

وقد تساعد دراسة براون وزملائه أيضًا على فهم جوانب أخرى من تطور الإنسان الحديث وانتشاره، فمستخدمو القوس والسهم يتميزون عن الناس الذين يقتصر استخدامهم على الأسلحة اليدوية قصيرة المدى في كل من الصيد والنزاع بين الأفراد[19]. ويُعتقد أن المجموعات البشرية قد بدأت الهجرة من أفريقيا بعد مضي 100 ألف سنة بقليل[20]. وإذا كانوا مسلحين بالأقواس والسهام، فقد كانوا يمثلون أكثر من مجرد نِدّ مستعدّ لمواجهة أي شيء، أو أي شخص يلاقونه. ■

سالي مَكْبِريرتي، أستاذة بقسم الأنثروبولوجيا، جامعة كونيتيكت، ستورز، كونيتيكت، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: mcbrearty@uconn.edu

1. Brown, K. S. *et al. Nature* **491,** 590–593 (2012).
2. McDougall, I., Brown, F. H. & Fleagle, J. G. *J. Hum. Evol.* **55,** 409–420 (2008).
3. Klein, R. G. & Edgar, B. *The Dawn of Human Culture* (Wiley, 2002).
4. McBrearty, S. & Brooks, A. S. *J. Hum. Evol.* **39,** 453–563 (2000).
5. Wynn, T. & Coolidge, F. L. in *Cognitive Archaeology and Human Evolution* (eds de Beaune, S., Coolidge, F. L. & Wynn, T.) 117–127 (Cambridge, 2009).
6. Henshilwood, C. S. & Marean, C. W. *Curr. Anthropol.* **44,** 627–651 (2003).
7. McBrearty, S. & Stringer, C. *Nature* **449,** 793–794 (2007).
8. Barham, L. S. *Curr. Anthropol.* **43,** 181–190 (2002).
9. Henshilwood, C., d'Errico, F., Vanhaeren, M., van Niekerk, K. & Jacobs, Z. *Science* **304,** 404 (2004).
10. Vanhaeren, M. *et al. Science* **312,** 1785–1788 (2006).
11. Bouzouggar, A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 9964–9969 (2007).
12. d'Errico, F. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 16051–16056 (2009).
13. Henshilwood, C. S., d'Errico, F. & Watts, I. *J. Hum. Evol.* **57,** 27–47 (2009).
14. Texier, P.-J. *Proc. Natl Acad. Sci USA* **107,** 6180–6185 (2010).
15. Wynn, T. & Coolidge, F. L. *Curr. Anthropol.* **51,** S5–S16 (2010).
16. Barham, L. *J. Hum. Evol.* **43,** 585–603 (2002).
17. Rozoy, J.-G. in *The Mesolithic in Europe* (ed. Bonsall, C.) 13–28 (Donald, 1989).
18. Lombard, M. *J. Archaeol. Sci.* **38,** 1918–1930 (2011).
19. Cattelain, P. in *Projectile Technology* (ed. Knecht, H.) 213–240 (Plenum, 1997).
20. Forster, P. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **359,** 255–264 (2004).

الكيمياء الفيزيائية

الماء في مواجهة الجزيئات الكارهة له

يكشف التحليل الطيفي أنه عند درجات الحرارة المنخفضة، تُعَزِّزُ الجزيئات المذابة الكارهة للماء من الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء المتجاورة، لكن عند درجات الحرارة المرتفعة قد يكون العكس هو الصحيح.

هوبب بيكّر

تُسَمَّى الجزيئات الكارهة للماء بالهيدروفوبية، وترجمتها الحرفية هي الجزيئات التي تخاف الماء. وبخلاف الرهاب البشري، فإن خوف الجزيئات من الماء يصعب التنبؤ به. فعلى سبيل المثال.. عند غمر كُرة كارهة للماء ـ ذات حجم في نطاق النانومتر ـ في الماء بصورته السائلة، فللمرء أن يتوقع أن تلك الكرة سوف تفكك الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء؛ وبالتالي يرتفع الاضطراب بشكل قوي. أما النتيجة الفعلية، فهي أكثر تعقيدا من ذلك بكثير، وهو الأمر ذاته في تأثير الجزيئات المذابة الكارهة للماء على بُنى التَّمَيؤ الخاصة بها ـ وهي طبقات من جزيئات الماء تحيط بالجزيئ المذاب ـ التي أصبحت موضوعا للسجال على مدى ما يقرب من 70 عاما. يقدم ديفيز وآخرون[1] مساهمة ثمينة في النقاش الدائر من خلال إظهار أن المجموعات الكارهة للماء، في الواقع تعزِّز ترتيب شبكة الربط الهيدروجيني لجزيئات الماء المحيطة بها.

يعود النقاش الدائر حول تأثير المجموعات الجزيئية الكارهة للماء إلى أبحاث فرانك وإيفانس[2] في الأربعينيات من القرن العشرين. لقد اكتشفوا أن تَمَيؤ مثل تلك المجموعات يرتبط بانخفاض في «القصور الحراري» entropy. وبالإضافة إلى ذلك.. فقد لاحظوا أن السعة الحرارية للمحاليل الناتجة تكون مرتفعة بشكل غير طبيعي. هذان التأثيران يشيران إلى أن المذاب الكاره للماء يستحث ترتيبا قويا لجزيئات الماء المحيطة. وعلى أساس تلك النتائج، صاغ فرانك وإيفانس نموذج «جبل الجليد» لوصف التَّمَيؤ الكاره للماء[2]. في هذا النموذج تَبَني الجزيئات المُذابَة الكارهة للماء تركيبات «قفصية» شبيهة بالجليد في محيطها المائي. ويُمكن أن يُفَسِّر الترتيب الموضعي العالي لتلك التركيبات، الانخفاض الملاحظ في القصور الحراري المرتبط بتميؤ الجزيئات الكارهة للماء، في حين أن الزيادة في السعة الحرارية قد تُعْزَى إلى «ذوبان» غلاف التميؤ الشبيه بالجليد.

خلال العقود اللاحقة، تم تحدي نموذج «جبل الجليد» بشدة، وخصوصًا من خلال دراسات حيود النيوترون. في هذه الدراسات وُجِدَ أن المسافة بين جزيئات الماء بالقرب من المُذابّات الكارهة للماء مماثلة للمسافات في عموم الماء، مما ألقى بظلال جدية من الشك بشأن وجود تركيبات داخلية شبيهة بالجليد[4,3]. وإضافة إلى ذلك.. أظهرت الدراسات النظرية أن الديناميكا الحرارية لتميؤ الجزيئات الكارهة للماء لا تقتضي أن تكون جزيئات الماء المحيطة بها مختلفة عن تلك الموجودة في عموم كتلة الماء. ويمكن تفسير الانخفاض في القصور الحراري من خلال تأثير استبعاد الماء من الحجم الذي يشغله الجزيء[5]. ويمكن للماء المحيط بالمُذاب أن يحافظ على القدر نفسه من الروابط الهيدروجينية، كما في عموم كتلة الماء، على الأقل في حالة المواد المذابة الصغيرة الكارهة للماء (أقل من واحد نانومتر في العرض)، بالطريقة نفسها التي يمكن للمرء فيها إحداث ثقب في قماش غير محكم النَّسج، دون قطع الخيوط.

تُسَلِّط تجارب ديفيز وزملائه ضوءًا جديدًا على تركيب الماء المحيط بالمُذابات الكارهة للماء، باستخدام طريقة طيفية تسمى «وضوح منحنى رامان متعدد المتغيرات». تسمح هذه الطريقة للخصائص الطيفية المرتبطة بالنُّشُق الاهتزازية لجزيئات الماء التي تستخلص المذاب انتقائيًا. على وجه التحديد، حصل الباحثون على أطياف لجزيئات ماء تحيط موضعِيًّا بمجموعة متنوعة من جزيئات كحولية تحمل مجموعات كارهة للماء بأطوال مختلفة. ومن خلال التركيز على الخصائص الطيفية المناظرة لاهتزازات مجموعات الهيدروكسيل (HO) في جزيئات الماء، حصل الباحثون على معلومات عن قوة وتوزيع الروابط الهيدروجينية حول مجموعات الكحول الكارهة للماء. لاحظ الباحثون أن شبكة الربط الهيدروجيني في هذه المناطق مُعَزَّزَة بشدة وبشكل أكثر ترتيبًا منها في عموم كتلة الماء.

كيف ينبغي للمرء أن يتصور بِنْيَة تلك الرابطة الهيدروجينية

المُعَزَّزة؟ لا يمكن أن تكون حقًّا شبيهة بالجليد، لأن ذلك من شأنه أن يتعارض مع نتائج سابقة لحيود النيوترون. الصورة التي تظهر هي أن مجموعات الميثايل (CH_3) والميثايلين (HC_2) في المجموعات الكارهة للماء في الكحول تشكل قوالب مثالية يمكن أن تُطْوَى حولها شبكة جزيئات الماء بما يُفضي إلى ترتيب موضعي مُعَزَّز، رباعي الأسطح. سوف تتكون تلك الشبكة من نتوءات، ارتفاعها حوالي 0.3 نانومتر (وهي المسافة بين جزيئات الماء)، وزاويتها 104.5 درجة (وهي الزاوية الداخلية لرابطة جزيء الماء)، كما هو الحال عمومًا في شبكات الربط الهيدروجيني في الماء.

وجد ديفيز وآخرون أيضًا أن بِنْيَة الرابطة الهيدروجينية المُعَزَّزة تتلاشى عندما ترتفع درجة حرارة المحلول. وعلى سبيل المثال.. لاحظ الباحثون أن الربط الهيدروجيني لغلاف التميؤ للـ«إن ـ بينتانول» OH11H5C عند 60 درجة مئوية مماثل لذلك الموجود في عموم كتلة الماء. وتلك النتيجة متماشية مع الأفكار الأصيلة لفرانك وإيفانس، وهي أن البُنَى المرتبة للماء حول المجموعات الكارهة للماء «تذوب» عند ارتفاع درجة الحرارة.

تعزيز بِنْيَة الربط الهيدروجيني لغلاف التَمَيؤ وتفككها بالحرارة له ما يناظره في حركية الغلاف. يمضي إعادة الترتيب الجزيئي للماء ـ في المقام الأول ـ من خلال تكوين عابر لاختلالات في شبكة الربط الهيدروجيني، وعلى وجه الخصوص تكوُّن روابط هيدروجينية ذات تشعب ثنائي[6]، تُسهم فيها ذرة هيدروجين مفردة في رابطتين هيدروجينيتين. وحقيقةُ أن الماء يتم استبعاده من الحجم الذي يشغلُه المذاب، تقلل من معدل تكوين عيوب في غلاف التميؤ[7]، وهو التأثير الذي يتم تضخيمه من خلال تعزيز شبكة الربط الهيدروجيني. وبالتالي، فإن جزيئات الماء المحيطة بالمجموعات الكارهة للماء يجب أن تخضع لإعادة ترتيب على نحو أبطأ من مثيلاتها في عموم كتلة الماء، كما لوحظ بالفعل في الدراسات الطيفية[8-10]. وكلما ارتفعت درجة الحرارة، تلاشت تدريجيًّا البِنْيَة المُعَزَّزة للربط الهيدروجيني، مما يعني أن كثافة الروابط الهيدروجينية الضعيفة والمعيبة تزداد أيضًا. وبناءً عليه، فعند التسخين يجب أن تزيد حركة توجيه الماء في غلاف التميؤ أكثر منها في عموم كتلة الماء، وقد تمت ملاحظة هذا التأثير أيضًا[8-10].

وأَوْرَدَ ديفيز وآخرون تأثيرًا مثيرًا للاهتمام بخصوص الكحوليات ذات السلاسل الكارهة للماء، والأطول من نانومتر واحد. عند درجات الحرارة الأعلى من 80 درجة مئوية، تكتسب جزيئات الماء المحيطة بالسلاسل الكارهة للماء بِنيَّة أقل ترتيبًا منها في عموم كتلة الماء عند درجة الحرارة نفسها. لقد تم التنبؤ بتلك الظاهرة نظريًّا، التي تأْخُذنا مرة أخرى إلى تأثير غمس كرة كارهة للماء في الماء: إن إنحناء سطح كرة كبيرة بقطر أكبر من نانومتر واحد لا يلائم الترتيب ثلاثي الأبعاد للروابط الهيدروجينية في الماء؛ مما يؤدي إلى تفكيك الروابط الهيدروجينية بالقرب من سطح الكرة. وبالتالي، فإن هناك فرقًا واضحًا بين البنَى الصغيرة الكارهة للماء (حوالي 0.5 نانومتر في القطر)، التي تعزز شبكة الربط الهيدروجيني المحيطة وبين البُنَى الكبيرة الكارهة للماء ذات الأقطار التي تزيد عن نانومتر واحد، التي تفكك الروابط الهيدروجينية لجزيئات الماء القريبة.

وهذه النتائج تسهم في فهمنا للتفاعل الكاره للماء، وهو نزوع المجموعات الكارهة للماء إلى التجمع معًا في الماء السائل. والتفاعل الكاره للماء هو واحد من أهم القوى الدافعة في الطبيعة، فهو أساسي لعمليات عديدة، مثل طي البروتين، والتجمع الذاتي للأغشية الدهنية. وهذه الدراسة تُبين أن تفاعل المذاب مع الماء المحيط هو أكثر من مجرد مجموع التفاعلات الكيميائية الموضعية؛ وإنما تعتمد بِنْيَة الماء بشدة على مدى ملاءمة المذاب لشبكة الماء. وبالتالي فإن تركيب الماء المحيط بجزيء مذاب سيكون نتيجة لتفاعل معقد بين الأحجام والمواضع النسبية للأماكن الكارهة والمحبة للماء في الجزيء المذاب. ومن المأمول أن تُسلِّط الدراسات المستقبلية الضوء على تلك التأثيرات مجتمعة، وبالتالي تمهد الطريق لفهم كامل لحركات التشكل والتجميع للجزيئات الحيوية في الماء بصورته السائلة. ■

هويب جي. باكر، يعمل بقسم فيزياء النانو الجزيئية، معهد إف أو إم (FOM) ، إيه إم أو إل إي (AMOLE)، منتزه العلوم 104، 1098 إكس جي، أمستردام، هولندا.
البريد الإلكتروني: bakker@amolf.nl

1. Davis, J. G., Gierszal, K. P., Wang, P. & Ben-Amotz, D. *Nature* **491,** 582–585 (2012).
2. Frank, H. S. & Evans, M. W. *J. Chem. Phys.* **13,** 507–532 (1945).
3. Soper, A. K. & Finney, J. L. *Phys. Rev. Lett.* **71,** 4346–4349 (1993).
4. Dixit, S., Crain, S. J., Poon, W. C. K., Finney, J. L. & Soper, A. K. *Nature* **416,** 829–832 (2002).
5. Chandler, D. *Nature* **437,** 640–647 (2005).
6. Laage, D. & Hynes, J. T. *Science* **311,** 832–835 (2006).
7. Laage, D., Stirnemann, G. & Hynes, J. T. *J. Phys. Chem. B* **113,** 2428–2435 (2009).
8. Ishihara, Y., Okouchi, S. & Uedaira, H. *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* **93,** 3337–3342 (1997).
9. Yoshida, K., Ibuki, K. & Ueno, M. *J. Chem. Phys.* **108,** 1360–1367 (1998).
10. Petersen, C., Tielrooij, K.-J. & Bakker, H. J. *J. Chem. Phys.* **130,** 214511 (2009).

علوم المواد الحاسوبية

استبدال مستبصر لعناصر السبائك المعدنية

هناك طريقة مطورة حديثة للتنبؤ باستقرار ومرونة سبائك معينة بالنسبة إلى ملايين التكوينات الذرية. ويؤمل أن تساعد هذه الطريقة على التوصل إلى مواد ذات خصائص مثلى.

جوس ل. و. هارت

بدأت الحضارات المبكرة صناعة سبائك النحاس المحتوية على الزرنيخ أو القصدير أو الزنك منذ حوالي 6000 عام[1]، مؤذنة بذلك ببداية العصر البرونزي. وحتى عندما أصبح الحديد ـ وهو الأكثر وفرة ـ عماد صناعة المعادن خلال العصر الحديدي، تم في السبائك البديلة الجديدة استبدال ذرات معادن مختلفة ذات خصائص فائقة بذرات النحاس. وبناءً على ذلك أمكن تزويد جنود المشاة الرومان بالأسلحة المصنوعة من الحديد المطاوع، بينما كانت سيوف الضباط الرومان مصنوعة من البرونز. وبالمثل، قام العلماء الفرنسيون في بداية القرن العشرين بتطوير الصلب، عن طريق استبدال الفاناديوم بنسبة من مكون معدن الحديد. وهذه السبيكة كانت تتمتع بصلابة تبلغ ثلاثة أضعاف قوة مقاومة الشد للصلب وأصبحت مكونا أساسيًّا في السيارات الاقتصادية فورد طراز«T»، وكذلك السيارات الفرنسية الفاخرة التي أُنتجت منذ زمن طويل).

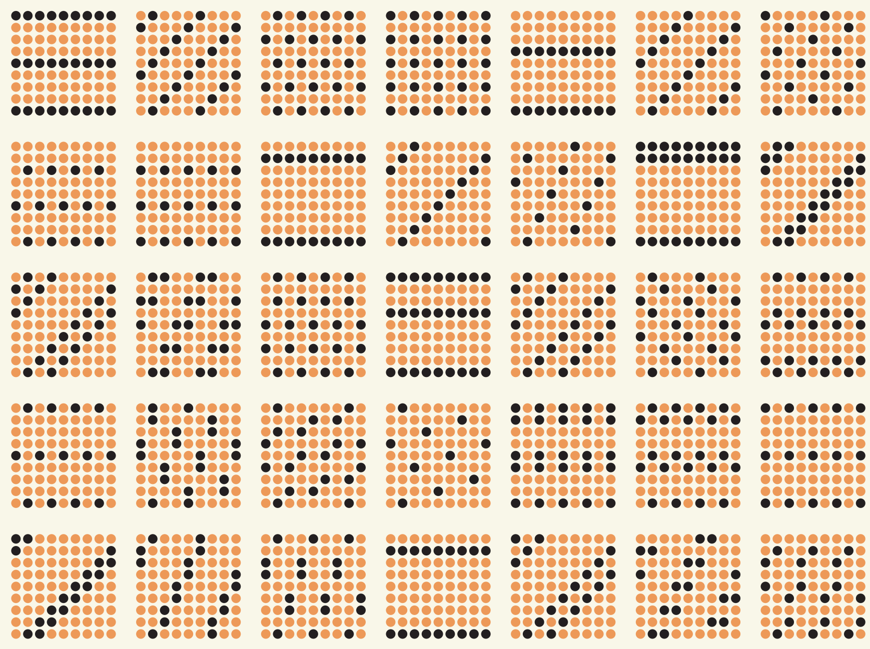
إن عملية استبدال المواد ـ بإحلال ذرات من مادة محل أخرى (الشكل 1) ـ لا تزال استراتيجية أساسية لتطوير مواد المستقبل، لكن يصعب ـ بشكل ملحوظ ـ التنبؤ بخواص السبائك الجديدة. وكان مايزل وزملاؤه[2] قد اقترحوا طريقة للحساب بالمبادئ الأولية لكل من المرونة والاستقرار الديناميكي الحراري للسبائك المعدنية.

تمثل صعوبة تطوير مواد محسّنة عنق الزجاجة ـ وربما كانت عنق الزجاجة الرئيس ـ في طريق تقدم التقنيات الجديدة. ففي عام 2011، ولتسريع إيقاع تطوير المواد والاستفادة بالتقدم الهائل في علوم الحاسوب، أعلن الرئيس الأمريكي باراك أوباما «مبادرة جينوم المواد»، وهو مشروع يهدف إلى إنشاء بنية أساسية للمعلوماتية والأدوات التجريبية؛ لتطوير المواد في الولايات المتحدة[3]. يعتبر استبدال المواد أمرًا حتميًّا بالنسبة إلى هذه المبادرة، وتمت الإشارة إلى ذلك تحديدًا في نداءات أطلقتها مؤخرًا وكالات التمويل الفيدرالية الأمريكية؛ لتقديم مقترحات أبحاث.

لقد تم تطوير عدة مناهج حسابية للاستفادة من استراتيجية استبدال المواد، لكن تقرير مايزل وزملائه أضاف شيئًا جديدًا لهذه الجهود. فقد كانت أعمالهم جديرة بالاعتبار، لأنها تظهر ارتباطًا واضحًا بين كل من خصائص الديناميكا الحرارية والمرونة للسبائك المعدنية المسماة «السطح المركزي المكعب»، بالإضافة إلى سهولة تطبيق مناهجهم في أنواع أخرى من السبائك المعدنية. وبناء على ذلك.. فهي لا تقدم فقط فهمًا أساسيًّا لخصائص المواد الفيزيائية، بل تتيح أيضا فرص التطوير لهندسة المواد. وباستخدام نهج المؤلف، قد يكون ممكنًا ضبط الصلابة المرنة للسبائك المعدنية باستخدام مواد الاستبدال. فعلى سبيل المثال.. يمكن جعل السبائك المعدنية أكثر ليونة لصنع مركبات لعملية زرع العظام، لأن هذه السبائك تندمج مع العظام جيدًا. ومن أجل تفادي الصعوبات التي قد تنشأ في عملية زرع العظام، فالمواد المستخدمة في عملية الزرع لها خصائص مرنة متباينة.

إن تقنية المؤلف تمتد منهجيتها الحاسوبية، المعروفة بـ«التمدد الكتلي»، وغالبًا ما تستخدم هذه التقنية في حساب خصائص السبائك البديلة. وينطوي التوسع الكتلي على خطوتين أساسيتين: الأولى، حساب الخاصية المستهدفة لعدد من الترتيبات الذرية المختلفة باستخدام ميكانيكا الكم؛ والثانية، رسم خريطة لهذه المعلومات وفق نموذج بسيط يغطي تأثيرات الاستبدال الذرية. وفي هذا الاتجاه، يمكن «تدريب» النموذج الحاسوبي المستخدم لحساب الخاصية المستهدفة لأي تكوين ذري على الفور، وبدقة ميكانيكا الكم. ونظرًا إلى أن حساب الكمية المستهدفة يحتاج درجة عالية من الكفاءة، يمكن استخدام نهج «التمدد الكتلي» لمحاكاة الخصائص الحرارية والحركية للمجموعات الذرية بالمبادىء الأولية، ولفحص مئات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | التكوينات الذرية. في الشكل الموضح يتم تشكيل سبائك معدنية بديلة عندما يتم استبدال ذرات معدن مختلف بجزء من ذرات معدن السبيكة. وتم تصوير تكوينات ذرية عديدة للسبائك المعدنية الممكنة هنا للحصول على حالة افتراضية، حيث تشكل ذرات المعدن الرئيس (البرتقالي) شبكة بلورية مربعة. وتظهر الذرات التي استبدل بها باللون الأسود. وقد قدَّم مايزل وزملاؤه[2] تقنية حسابية تتيح التنبؤ السريع بكل من خاصيتي الصلابة المرنة والاستقرار الديناميكي الحراري لتكوينات سبائك معينة مختلفة.

الملايين من التكوينات الذرية لخاصية محددة.

وقد أفاد مايزل وزملاؤه أنهم حققوا تقدمين كبيرين في نهج «التمدد الكتلي»، فهم في التقدم الأول قاموا بتوسيع استخدامه لحساب خصائص متعددة في نموذج واحد؛ وفي التقدم الثاني، فقد استخدم التمدد الكتلي أيضًا لتحديد وجود علاقة محددة بين هذه الخصائص. وعلى وجه التحديد، فقد تم دمج تمددين كتليين للتنبؤ بكل من استقرار الديناميكا الحرارية، والصلابة الميكانيكية في أي تكوين ذري لسبائكهما المستهدفة. وأوضح ذلك أنه كلما كان التكوين الذري مستقرا بالنسبة للديناميكا الحرارة، ازدادت صلابة المادة الناتجة.

يستخدم باحثون كثيرون الحسابات للتعرف على هياكل ذرية لمادة معينة، لها خصائص مرغوب فيها، وغالبًا إذا كانت هذه الهياكل ذات جدوى لتحقيق (استقرار الديناميكا الحرارية). يظهر نهج مايزل وزملائه أنه في حالة التصلب المرن يصبح البحث عن هياكل متبدلة الاستقرار وتمتلك خصائص أفضل من الهياكل المستقرة ـ سواء المعروفة، أم المتوقعة ـ عديم الجدوى، وينبغي أن يقوم الباحثون بالتركيز على مواد أخرى، بدلاً من ذلك. في ضوء ذلك.. فإن القدرة على التنبؤ بكل من الاستقرار وخاصية مستهدفة أخرى للمادة ستسمح للعلماء بفحص جيد لمجموعات من المواد الافتراضية، والعثور على حالات مرشحة واعدة، مما يضيف رؤية متبصرة لنهج حسابي راسخ. وفي سياق هذا الاكتشاف، يمكن لدراسة مايزل وزملائه الإسهام بشكل كبير في جهود، كـ«مبادرة جينوم المواد».

يتبقى لنا أن نرى كيف ستتم دراسة خصائص عديد من المواد الأخرى باستخدام نهج جديد. ومن حيث المبدأ، فإن أي خاصية تعتمد بشكل مباشر على التكوين الذري تعتبر في متناول اليد، لكن خصائص عديدة ذات الأهمية لهندسة المواد يصعب حسابها عمليًّا. وبالإضافة إلى ذلك، فإن بعض خواص المواد المهمة لا تعتمد فقط على التكوين الذري لشبكة بلورية ثابتة، ولكن تعتمد أيضًا على عناصر بنيوية مجهرية، مثل الحدود بين بلورات مجهرية (حبيبات)، وأحجام الحبيبات، وعيوب الكريستال الممتدة. ويظل هذا خارج نطاق حسابات ميكانيكا الكَمّ.

ولا تزال هذه المناهج[4,5] عالية الإنتاجية من خلال فحص وتمحيص آلاف أو عشرات الآلاف من المواد المرشحة المتجهة إلى تقديم إسهام جوهري لاحتياجات المجتمع، عن طريق توليد قواعد بيانات ضخمة، من شأنها أن تكون ذات فائدة للباحثين[6,7]. وسوف تكون قواعد البيانات هذه أكثر فاعلية إذا استخدمت المعلومات التي تحتويها حول الخصائص الفيزيائية لبناء نماذج حسابية؛ وهذه بدورها تستطيع البحث عن مواد مستقرة الديناميكا الحرارية لتلبية حاجة معينة[8]. إن دراسة مايزل وزملائه أضافت أساليب[9] بناء النموذج الذي يقدم لنا يد العون على تحقيق هذا الهدف. ■

جوس ل. و. هارت: باحث بقسم الفيزياء والفلك، بجامعة بريجام يونج، بروفو، ولاية يوتا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: gus.hart@byu.edu

1. Sass, S. L. *The Substance of Civilization* (Arcade, 1998).
2. Maisel, S. B., Höfler, M. & Müller, S. *Nature* **491,** 740–743 (2012).
3. www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/materials_genome_initiative-final.pdf
4. Curtarolo, S., Morgan, D., Persson, K., Rodgers, J. & Ceder, G. *Phys. Rev. Lett.* **91,** 135503 (2003).
5. Curtarolo, S. *et al. Comput. Mater. Sci.* **58,** 218–-226 (2012).
6. Curtarolo, S. *et al. Comput. Mater. Sci.* **58,** 227–235 (2012).
7. Jain, A. *et al. Comput. Mater. Sci.* **50,** 2295–2310 (2011).
8. Yang, K., Setyawan, W., Wang, S., Buongiorno Nardelli, M. & Curtarolo, S. *Nature Mater.* **11,** 614–619 (2012).
9. Nelson, L. J., Zhou, F., Hart, G. L. W. & Ozoliņš, V. preprint at http://arxiv.org/abs/1208.0030 (2012).

خمسون عامًا مضت

"التاريخ الطبيعي للأمراض المعدية".. إنَّه لمن الممتع مراجعة هذا العمل، الإصدار الثالث، الذي حظي بقدر كبير من الشهرة، والذي يعرض التحديثات التي طرأت على موضوع مهم بفروعه المختلفة، حيث يتبنى المؤلف خلال هذا العمل نظرة داروينية، إلّا أنه دائمًا ما يميل إلى تخطي صرح علم الأمراض الإنسانية، والتطرق إلى موضوعات مختلفة وغير متوقعة. وفي إطار هذا العمل، يعرض المؤلف صورة للتلف الذي تسببه البكتيريا وأوليات الخلية والفيروسات. ويقلل المؤلف هنا من القيمة العملية للتطعيم المضاد للتيفويد، ويميل إلى نسب النتائج الإيجابية التي تم تحقيقها في هذا المضمار إلى الإجراءات الصحية الميدانية العسكرية. وسوف يجد القراء هنا الكثير من المعلومات حول موضوعات متنوعة، كالورم المخاطي لدى الأرانب، ونزلات البرد والطاعون والحصبة الألمانية وشلل الأطفال، بالإضافة إلى داء التعرُّق الذي يعود إلى العصور الوسطى، وحمى كيو (من منطلق تجربة شخصية). ويعرض المؤلف في هذا العمل مقدمة عن الأمراض الحديثة، ويقوم بتقييم احتمال اندلاع حرب جرثومية؛ مما خلف لديه نظرة بائسة حيال المستقبل، تركته بمزاج متكدِّر.

من عدد "نيتشر" 8 ديسمبر 1962

مئة عام مضت

يطرح السيد إي.ج. بريانت سؤالاً حول تأثير ضوء القمر على «تحوُّل» الأسماك. لقد عشتُ سنوات طوال في دولة جنوب أفريقيا، ولاحظتُ وجود الاعتقاد ذاته القائل إنَّ ضوء القمر يُسَرِّع من عملية تلف الأسماك. للوهلة الأولى، يبدو هذا الأمر مثيرًا للدهشة، بأنْ يكون لضوء القمر ـ الذي بالكاد يؤثِّر على أجهزة الرصد الجوي ـ هذا التأثير على الأسماك. ظننتُ أنَّ هذا الأمر قد يرجع إلى وجود الحشرات، أو صورة من صور الحياة الأوليّة التي قد تكون سائدة في الخارج، وتنشط في الليالي المقمرة، لا في الليالي حالكة الظلمة. إنّ لضوء القمر تأثيرًا في تحفيز زيادة النسغ في الأشجار، وفق ما يعتقده عديد من قاطعي الأشجار في كافة أقطار الكرة الأرضية تقريبًا.

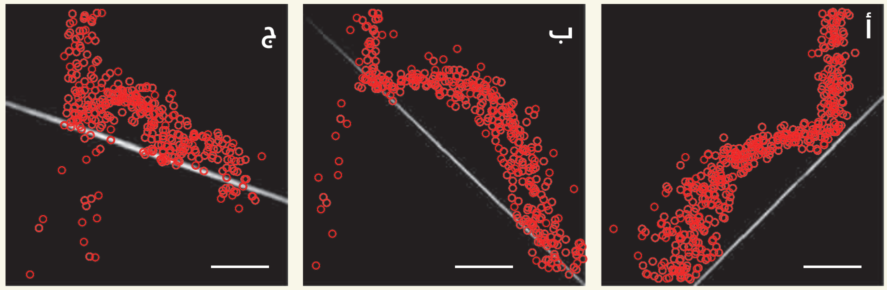
من عدد "نيتشر" 5 ديسمبر 1912

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفيزياء التطبيقية

الترامبولين الضوئي

دراسة بارعة تظهر إمكانية استخدام غشاء من ضوء الليزر لعكس قطيرات سائل ممتص للضوء، ومن ثم التحكم بمساراتها. هذه الملاحظة قد تفتح طرقًا جديدة لمراقبة ودراسة الهباء الجوي.



الشكل 1 | القطيرات الوثّابة. استخدم إيسلنج وزملاؤه[1] ضوء الليزر (الأبيض) للتأثير في مسار قطيرات سائل بعدة زوايا للغشاء الضوئي؛ الدوائر الحمراء تمثل المراكز التي تم تَعقبها للقطيرات. **أ**، عند ميل قدره 45°، القطيرات التي تبدأ من أعلى ترتد مرة واحدة خلال غشاء الضوء. **ب**، عند ميل قدره -45°، لوحظ أيضا ارتداد قطيرة واحدة، وهناك بعض القطيرات متسربة من خلال غشاء الضوء عند نقطة الاتصال الأولي. **ج**، عند ميل قدرة -20°، القطيرات ترتد مرتين، وتمر خلال غشاء الضوء في بداية "الوثّبة" الثالثة. أشرطة القياس تكافئ 300 ميكرومتر. (صور مأخوذة من المرجع 1).

ديفيد ماكجلوين

نحن نعتقد أن الضوء شيء غير مادي وزائل، نقدر تأثيره الاحتراري عند وقوفنا بالخارج في يوم مشمس، لكن احتمالية امتلاك الضوء لتأثير ميكانيكي منتج للقوى تبدو غير بديهية. يبدو من المعقول أن قطيرة يمكن أن ترتد قبالة بركة من الماء غير قادرة على كسر التوتر السطحي، لكن هل يمكن أن نقول الشيء ذاته عن قطيرة تتحرك خلال غشاء ضوئي (ضوء ثنائي البعد)؟ تمكن إيسلنج وزملاؤه[1] من وصف هذه الظاهرة، كما هو مكتوب حاليا في مجلة «خطابات الفيزياء التطبيقية»، تحت اسم: «ترامبولين» ضوئي.

في السبعينات من القرن الماضي، قاد آرثر آشكين ورفاقه بمختبرات بيل حقلًا جديدًا من حقول البحث يتمحور حول معالجة الجزيئات المجهرية باستخدام الضوء[2]. أظهر آشكين أنه باستخدام الليزر استطاع دفع جزيئات مثل خرز زجاجي مغمور في الماء، وقطيرات من سائل متناثرة في الهواء على طول اتجاه انتشار شعاع الليزر. هذا الضغط الشعاعي يمكن أيضا أن يستخدم لاحتجاز جسيمات ضد الجاذبية، أو باستخدام شعاعين متعاكسين في الاتجاه، وذلك لحصرهم بتوازن الضغط الشعاعي من كل شعاع.

لم تكن فكرة إمكانية إنتاج الضوء لهذا الضغط الشعاعي جديدة، فقد تنبأ[3] جيمس كلارك ماكسويل بذلك ـ نتيجة لنظريته الكهرومغناطيسية ـ منذ ما يقرب من 100 عام. ومع ذلك.. فإن مراقبة ذلك التأثير ثبتت صعوبتها بسبب مشكلة تمييز القوى الضوئية من الآثار الحرارية. وفي الواقع، كان وليام كروكس ـ صاحب وحدة كروكس الراديومتر الشهيرة: مقياس كثافة الطاقة الإشعاعية ـ قادرا على وصف القوى الحرارية على المادة في عام 1901، أي قبل وقت طويل من ملاحظة القوى الضوئية بشكل قاطع.

كانت بصيرة آشكين العظيمة السببَ وراء فهم ذلك.. فباستخدام أجسام مجهرية شفافة ضوئيا، أمكنه الاعتماد على القوى المتولدة من التبعثر والانعكاس والانكسار وحدها، وإزاحة ذلك القناع القوي عن القوى الحرارية. وقد أدى عمله إلى عديد من التطبيقات، مثل تقنيات الحصار الضوئي، التي تستخدم على نطاق واسع لدراسة القوى الضئيلة والحركة المجهرية في نظم تتراوح بين المحركات الجزيئية إلى ديناميكيات تبخر الهباء.

وتقتصر تقنيات آشكين في جزء من أنواع الأجسام التي يمكن حصارها. إن العمل مع الجزيئات التي تمتص ضوء الليزر المستخدم بقوة يمثل تحديًا، لأنها تميل إلى الاحترار، ومن ثم فإن عملية «الانتشار الحراري» thermophoresis تبدأ في الظهور. وعن طريق تسخين جانب واحد من جسم ما، ينشأ التدرج الحراري، الذي يحدث فيه الابتعاد عن المنطقة الساخنة، والاتجاه إلى تلك الأبرد، مُنقادةً على طول اتجاه شعاع الليزر. ويبدو هذا مثل تجارب آشكين الأصلية، حيث القوى الحرارية تصل إلى 1000 مرة أقوى من ضغط الإشعاع.

استخدمت تقنيات المعالجة الضوئية السابقة الانتشار الحراري لاعتراض ومراقبة الجزيئات الصلبة، مثل الكربون[4]. واستطاع إيسلنج وآخرون مؤخرًا تطوير ذلك؛ لاستيعاب الجزيئات السائلة المُمتَصة للضوء، وباستخدام غشاء من ضوء الليزر، بدلا من أشعة الليزر البسيطة، أنتجوا سطحًا مصنوعًا من الضوء، بحيث تستطيع قطيرات السائل أن تِثب من عليه. وهذا السلوك سبق أن تمت ملاحظته مع قطيرات المستحلبات[5]، لكن في هذه الحالة تتم المعالجة في الهواء. وباستخدام رأس طابعة نافثة للحبر، تمكَّن المؤلفون من إنتاج قطيرات ذات قطر موحد مقداره 50 ميكرومترًا؛ وكان الحبر المستخدم ممتصًّا لليزر ذي طول موجي قدره 532 نانومترًا، ثم أطلقوا القطيرات على الضوء المسطح. واعتمادًا على قوة الليزر وزاوية الضوء المسطح، يمكن جعل القطيرات تمر عبر الضوء، أو ترتد في مسارات واضحة المعالم، ويمكن السيطرة عليها (الشكل 1). كما يمكن رؤية الارتدادات المتعددة عند زوايا ميل محددة للضوء المسطح، محاكاةً لكرة مطاطية ترتد أسفل منحدر سلس. أما الغشاء الضوئي الأفقي المصنوع بواسطة ليزر بقوة 1.8 وات مع كثافة ذروة مقدارها 115 ميكرووات/ميكرومترًا مربعًا، فقد منع القطيرات من المرور خلاله.

وهذه الفكرة تفتح آفاقا جديدة للتحكم في تيارات القطيرات على وجه الخصوص، وتتيح القدرة على تشكيل الحزم الضوئية؛ مما يعني إمكانية تكوين «أطباق » القطع المكافئ الضوئية التي يمكن استخدامها لتركيز القطيرات في الهواء، والقيام بتفاعلات كيميائية يمكن التحكم فيها. ويمكن أن يتم فرز جزيئات الهباء عن طريق تغيير سريع لمسار الضوء أسفل اتجاه سريانها. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن السلوك الملاحظ يوحي بأن قطيرات السائل الممتصة للضوء يمكن أن يتم اصطيادها بطريقة مشابهة للجسيمات الصلبة. إن الاهتمام بجزيئات الهباء الجوي بكل أنواعه يدعم عديدًا من علوم الغلاف الجوي، وكذلك دراسات الاحتراق، على سبيل المثال. وتلك الطرق الجديدة للتعامل مع الهباء ستمهد الطريق لإجراء التجارب على نحو أفضل وأكثر مرونة.

وهناك تطبيق آخر مثير للاهتمام، يتمثل في تطوير أشكال جديدة من «بصريات الموائع متناهية الصغر optofluidics»، وهي تقنية يتفاعل فيها الضوء مع السائل، وعادة يكون التفاعل على أجهزة منمنمة مسبقة الصنع، تسمى «رقائق الموائع متناهية الصغر microfluidic chips». ويعتبر أحدث تقدم في مجال معالجة الهباء الجوي هو استخدام مثل هذه الأجهزة لبحث خصائص الهباء الجوي[6]، والفرص التي تتيحها تقنية إيسلنج وزملائه تعني أنه يمكن استخدام الضوء لتوجيه أي نوع تقريبًا من الجسيمات المجهرية حول هذه الشريحة، كذلك تستخدم لتجنب التفاعل مع جدران الشريحة (تفاعل غير مرغوب فيه عند استخدام قطيرات سائلة). كما أن تقنيتهم تلك قد توفر أيضا فرصًا لتحليل الجزيئات في بنى هندسية محصورة، مثل الألياف البصرية الجوفاء[7].

السؤال الرئيس المفتوح الآن حول هذا النوع من التقنية هو: كيف يمكن لتسخين قطيرة ـ ناجم عن تفاعلها مع غشاء ضوئي ـ أن يؤثر على ديناميكية القطيرة وتكوينها؟. إذا كان الهدف من معالجة القطيرات هو البحث والاستقصاء في خصائص العالم الواقعي للهباء، إذن يجب أن يكون تفاعلها مع ذلك الغشاء الضوئي ليس له تأثير يذكر، وإلا سيتم حجب أو تدمير تلك الخصائص محل البحث والاهتمام. وبالإضافة إلى ذلك.. هناك عديد من عمليات الهباء الجوي تحدث في قطيرات أصغر بكثير من تلك المستخدمة هنا. وسوف تكون هناك حاجة إلى تجارب مستقبلية؛ لاختبار حدود هذه التقنية. وإذا سارت الأمور وفق الخطة المرسومة؛ يمكننا أن نتمتع في هذا العام الجديد بمظلة مصنوعة من الضوء. ■

ديفيد ماكجلوين: أستاذ بقسم الفيزياء، جامعة دُندي، دُندي DD1 4HN، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: d.mcgloin@dundee.ac.uk

1. Esseling, M., Rose, P., Alpmann, C. & Denz, C. *Appl. Phys. Lett.* **101,** 131115 (2012).
2. Ashkin, A. *Phys. Rev. Lett.* **24,** 156–159 (1970).
3. Maxwell, J. C. *A Treatise on Electricity and Magnetism* Vol. 2 (Oxford Clarendon Press, 1873).
4. Shvedov, V. G. *et al. Phys. Rev. Lett.* **105,** 118103 (2010).
5. Cordero, M. L., Burnham, D. R., Baroud, C. N. & McGloin, D. *Appl. Phys. Lett.* **93,** 034107 (2008).
6. Horstmann, M., Probst, K. & Fallnich, C. *Appl. Phys. B* **103,** 35–39 (2011).
7. Schmidt, O. A., Garbos, M. K., Euser, T. G. & Russell, P. St. J. *Phys. Rev. Lett.* **109,** 024502 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 22 نوفمبر 2012
طالع نصوص الأبحاث في عدد 22 نوفمبر من مجلة نيتشر الدولية.

علوم المحيطات

آليات اختزال غاز الميثان في البحار

تقترن الأكسدة اللاهوائية لغاز الميثان في الرواسب البحرية بانخفاض مستويات السلفات. ويتم ذلك بمشاركة بين نوعين من البكتيريا المحبة للميثان، هما «مثانوتروفك أركيي» (*methanotrophic archaea*) وبكتيريا «دلتا بروتيو» (*Deltaproteobacteria*). كان من الصعب سابقًا تحديد المسارات الكيميائية الحيوية، وطرق تبادل الإلكترونات ما بين نوعي البكتيريا. لكن دراسة ميلوكا وزملائه تقول إن عملية التحويل هذه تتضمن اختزال السلفات (الكبريتات) إلى عنصر الكبريت بواسطة بكتيريا محبة للميثان، وذلك باستخدام نوعية التفاعل غير المتكافئ (الذي تحدث بواسطته عمليات أكسدة واختزال متزامنة لمادة تتفاعل مع نفسها) عن طريق بكتيريا «دلتا بروتيو»، وهو نوع لم يكن معروفًا في السابق من التحويل الميكروبي للكبريت.

Zero-valent sulphur is a key intermediatein marine methane oxidation
J Milucka *et al*
doi:10.1038/nature11656

علم الأعصاب

تعزيز الذاكرة في «الحصين»

ربط الباحثون تموجات متذبذبة لنشاط منطقة «الحصين» في الدماغ باستعادة الخبرات السابقة، التي يعتقد أنها بدورها مرتبطة بالتعلم وتعزيز الذاكرة. وكيفية تأثير هذه التموجات على بقية الدماغ خارج الحصين ليست معروفة عمليًّا، لكن تشير هذه الدراسة إلى أنه أثناء عملية تعزيز الذاكرة المنفصلة، قد يقدم تثبيط الدماغ الأوسط حالة متميزة للاتصال بين الحصين والقشرة الدماغية؛ للنقل الأمثل للمعلومات. في دراسة أجريت مؤخرًا على القردة، قام نيكوس لوجوثيتس وزملاؤه بتسجيل أحداث متموجة في «الحصين» في الوقت نفسه الذي قام فيه بتسجيل نشاط المخ الكلي، مستخدمًا تقنية تصوير الرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI)، ووُجِدَ أن معظم القشرة الدماغية كانت في حالة نشاط، في حين كان «المخ الأوسط»، و«جذع الدماغ» في حالة تثبيط.

Hippocampal–cortical interaction during periods of subcortical silence
N. Logothetis *et al*
doi:10.1038/nature11618

علم المناعة

دور أساسي لضبط التّحمّل المناعي

المعلوم أن عوامل نسخ «فوكسو» Foxo منخرطة في التحكم بعملية الاستتباب (التوازن) المناعي، وصولاً ـ على الأقل ـ إلى مرحلة «التزام» الخلية التائية المنظِّمة» Treg. يكشف هذا البحث عن دورٍ أساسي لعامل نسخ «فوكسو1» في ضبط التّحمّل المناعيّ المعتمد على الخلية التائية المنظِّمة ضبطًا مستقلاً عن عامل نسخ «فوكسو3». ويرى الباحثون أن الخلايا التائية المنظِّمة تصطفي مسلكًا إشاريًّا عتيق النشوء والتطور «أكت-فوكسو1» أو Akt-Foxo1؛ لتتحكم في برنامج جيني جديد، هو أساسي لعمل الخلية التائية المنظِّمة. وهذا يثير احتمال إمكانية التلاعب بالمسلك الإشاري «أكت-فوكسو1» لعلاج اضطرابات مناعية مرتبطة بالخلية التائية المنظِّمة.

Novel Foxo1-dependent transcriptional programs control Treg cell function
W Ouyang *et al*
doi:10.1038/nature11581

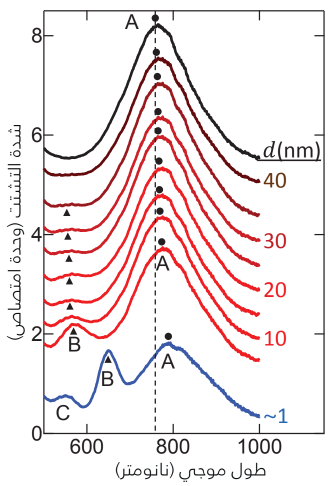
فيزياء/تقنية النانو

من أجل تحسين مجال الاهتزاز البلازمي

أصبح حصر وتحسين الضوء عند مقياس الطول النانومتري باستخدام تأثيرات الاهتزاز البلازمية (البلازمونية) أداة مستخدمة على نطاق واسع لتطبيقات مثل التصوير والاستشعار وبصريات التحول والخلايا الكهروضوئية. وأصبح من الضروري تضمين التأثيرات الكمية حتى نستطيع استثمار الاهتزازات البلازمية عند مقاييس تحت النانوية؛ للحصول على توصيف كامل. يستخدم جيرمي باومبرج وزملاؤه هنا تركيبين نانَويين ذهبيين، بينهما فاصل تحت نانوِي قابل للسيطرة، ومن ثم يتتبعان تطور صيغ الاهتزازات البلازمية. إنهم يستطيعون بدقة تحديد المسافة التي ينشئها النفق الكمي، وتعيين حد كمي لتحسين «مجال الاهتزاز البلازمي». تلك النتائج وثيقة الصلة بطرق الاهتزازات البلازمية النانوية المستقبلية، وكذلك بالكيمياء الضوئية النانوية.

Revealing the quantum regime in tunnelling plasmonics
K Savage *et al*
doi:10.1038/nature11653

الشكل أسفله | تكوين وتصوير فجوة اهتزاز بلازمي بالمقياس النانوي. قياس أطياف مجال معتم متشتتة من الطرف الداخلي للفجوة عند اتساعات مختلفة للفجوة (d). رنين فجوات الاهتزاز البلازمي مصنف من (A) إلى (C).



الوراثة

بنية بروتين «DAXX» المقيّد للهيستون

يُعتقد أن المتغايرات الهيستونية لها وظائف متخصصة لإنشاء حالات كروماتينية متميزة بمواقع جينومية مختلفة، كما أن لها أيضًا أنماط ترسيب متميزة بواسطة مُرافقي الهيستون. وبروتين «داكس» (DAXX) هو مُرافق هيستون مخصص بشكل نوعي لمتغاير الهيستون «H3.3»، وعُثِرَ على طفرات لكل من «داكس»، و«H3.3» في السرطانات. في هذا البحث، وصفت دِنشاو باتل وزملاؤها بُنَى كريستالية لنطاق ربط الهيستون الخاص بـ«داكس» حال تقيده بدَيْمَر الهيستون «H3.3/H4». كشفت البنَى أن الـ«داكس» يُدَثِّر دَيْمَر الهيستون «H3.3/H4» ويُغيِّر تشكله، كما فسرت خصوصية الـ«داكس» بالنسبة لمتغاير الهيستون «H3.3»، رغم ضآلة تغيرات متتابعة الأحماض الأمينية بين أفراد عائلة هيستون «H3».

DAXX envelops a histone H3.3–H4 dimer for H3.3-specific recognition
S Elsässer *et al*
doi:10.1038/nature11608

علم الفلك

«ماكيماكي» ثالث كوكب قزم

يُعتَقَد أن «ماكيماكي» هو ثالث كوكب قزم في نظامنا الشمسي، وهو أصغر قليلا من «بلوتو»، و«إيريس». وحتى الآن كان حجمه وبياضه معروفين على نحو تقريبي فقط. يورد هذا البحث تقريرًا بنتائج مشاهدات كسوف نجم خافت يسمى «NOMAD 0235723-1181» بواسطة ماكيماكي في 23 أبريل 2011. وتؤكد البيانات أن ماكيماكي هو أصغر من «بلوتو» و«إيريس»، مع محوري: 1.430 ± 9 كيلومترًا، و1.502±45 كيلومترًا. وقد وجد أن المتوسط الهندسي لبياض ماكيماكي، (نسبة الضوء المنعكس إلى الضوء المتلقى)، متوسط بين نظيريه لدى «بلوتو»، و«إيريس». فثلاثتهم كواكب جليدية، مما يجعلها من بين أكثر الأجرام عكسًا للضوء في النظام

الشمسي. ومنحنيات ضوء الكسوف تجعلنا نستبعد وجود غلاف جوي كلي مثل «بلوتو» حول «ماكيماكي»، رغم وجود تضاريس معتمة، قد تنطوي أيضا على وجود غلاف محلي (لا كوكبي).

Albedo and atmospheric constraints of dwarf planet Makemake from a stellar occultation

J. Ortiz *et al*

doi:10.1038/nature11597

بيولوجيا النوم

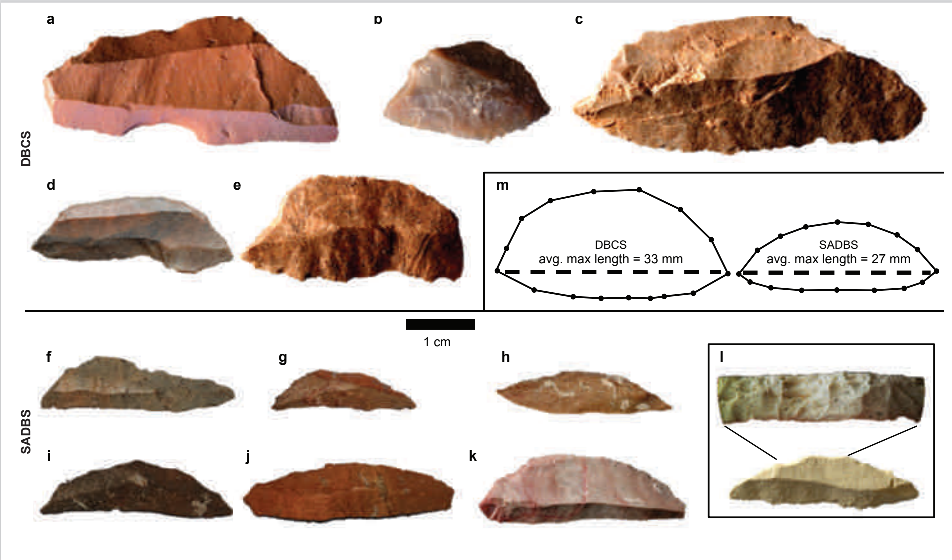
أثر «الضوء والظلام» على وظائف الجسم

يمكن لتعطُّل الساعة البيولوجية الحيوية للجسم لدى تعرضه لدورات الضوء غير المنتظمة أن يؤثر سلبًا في أنماط النوم والاستيقاظ، ويسبب الحرمان من النوم. وترتبط هذه الأعراض بتبدُّل المزاج، واختلال الإدراك. وتُظْهِر هذه الدراسة ـ التي أجريت على الفئران ـ أن التعرض غير المنتظم للضوء يمكن أن يؤثر مباشرة على المزاج ووظائف الإدراك تأثيرًا مستقلاً عن النوم وإيقاعات الساعة البيولوجية. وقد وُجد أن تلك التأثيرات الشاذة لدورات الضوء تعتمد على خلايا الشبكية العقدية المحتوية على صبغة الميلانوبسين، كما وُجِد أن العلاج بمضادات الاكتئاب يستعيد قدرات التعلم، مما يوضح أن التأثير الاكتئابي يسبق تدهور التعلم.

Aberrant light directly impairs mood and learning through melanopsin-expressing neurons

T LeGates *et al*

doi:10.1038/nature11673



علم الآثار

تقنية حجرية دقيقة مبكرة

ظهرت سلالة الإنسان الحديث في أفريقيا منذ حوالي مئة إلى مئتي ألف سنة، لكن تحديد جذور التقنية البشرية الحديثة أقل تحديدًا من ذلك بكثير. ويصف كورتيس ماريان وزملاؤه تقنية متقدمة لعمل أدوات حجرية غير مسجلة من قبل من منطقة بِناكل بوينت بجنوب أفريقيا، يعود تاريخها إلى ما قبل 71 ألف سنة. والمؤشرات المكتشفة سابقًا لمثل تلك الأنشطة كان ظهورها أكثر تأرجحًا، إذ يبدو جليًّا، ثم يختفي، ربما بسبب رداءة العينات، لكن هذه الأدوات تبدو صامدة لنحو 11 ألف عام. ويهيمن على تلك التقنية عمل «أنصال صغيرة» حجرية معالجة بالحرارة من نوع يُعتقد أنه كان يستخدَم كمكون ضمن أدوات مركبة. وتقدم التقنية دليلًا قويًّا على أسلحة قاذفة متقدمة، مثل راجمات الرماح، أو حتى الأقواس والسهام. ويرجح الباحثون أن الأسلحة التي تستخدم فيها مثل هذه الأنصال الصغيرة قد تكون محورية في نجاح الإنسان الحديث، لأنه ترك أفريقيا، وواجه سلالة شبيهة البشر «نيندرثال».

An early and enduring advanced technology originating 71,000 years ago in South Africa

K Brown *et al*

doi:10.1038/nature11660

الشكل أعلاه | أدوات حجرية دقيقة 6-PP5. A-L، صور ممثلة لقطع من موقع 6-PP5 في «بيناكل بوينت» من الرمل البني الغامق المضغوط (DBCS (HP; a–e، والرمل البني الغامق المشوب برماد الطين الصفحي (SADBS (f –k، تبين الفروق في الحجم والشكل، والترقيق الدقيق للحد المُظهَّر (1) على قطعة من الرمل البني البرتقالي 1. والأنصال المُظهَّرة موجهة بحيث يكون الحد المُظهَّر لأعلى وغير المعدل لأسفل. m، الشكل المتوسط لكل تجمع استراتجرافي يظهر بالنسبة لأقصى متوسط (avg. max) طول (DBCS على اليسار، SADBS على اليمين). وأرقام البحث للعثور على اللوازم البشرية (أرقام عينات المشروع) هي 121094 (a) 133878 (b), 266888 (c), 280295 (d), 266287 (e), 107536 (f), 259888 (g), 312237 (h), 151511 (i), 272915 (j), 155127 (k) and 177975 (l)

(ATpif1) أثناء عمل فحص جيني لسمكة «الزرد». إن «عامل تثبيط إنزيم أتْپاز ميتوكوندريا-1» ينظم إنزيم فِرُّوكيلاتيز «*ferrochelatase*»، الإنزيم النهائيّ في عملية التخليق الحيوي للهايْم، بتبديل درجة حموضة الميتوكوندريا وجهد تفاعلات الاختزال والأكسدة في وجود عنقود من «ثنائي الحديد -2Fe ثنائي الكبريت2S» كمصدر للحديد. وأظهر الباحثون أن النظير البشريّ لـ«عامل تثبيط إنزيم أتْپاز ميتوكوندريا-1» ضروري لحدوث تمايز سويّ لخلايا الدم الحمراء، مما يوضح أن نقصه قد يسهم في حدوث أمراض بشرية، كفقر الدَّم الحديديّ والأرْوَمّات وأمراض الميتوكوندريا الأخرى.

Mitochondrial Atpif1 regulates haem synthesis in developing erythroblasts

D Shah *et al*

doi:10.1038/nature11536

علم الخلية

تناسق التخليق الحيوي للهايْم

تسبب عيوب التخليق الحيوي للهايْم (صبغة هيموجلوبين الدم الحمراء بالحديد) في الكريات الحمراء حدوث فقر الدم. إن الإنزيمات والركائز المنخرطة في هذه العملية المهمة معروفة، إلا أن كيفية تقنين نقل الحديد في الميتوكوندريا وتناسقه مع توازن الهايم لا تزال مستغلقة. في هذا البحث، أفاد باري پو وزملاؤه بحدوث استنساخ لـ«عامل تثبيط إنزيم أتْپاز ميتوكوندريا-1»

فيزياء جزيئية

التبريد الكهروبصري للجزيئات القطبية

تثير الجزيئات القطبية فائقة البرودة اهتمام دراسات أساسية مختلفة، بما في ذلك علوم المعلومات الكمية وكيمياء الانخفاض الحراري، وفيزياء ما وراء النموذج القياسي. برغم ذلك.. نفتقر لطريقة عامة لتبريد الجزيئات متعددة الذرات إلى درجات حرارة فائقة البرودة. وتوضح هذه الورقة البحثية تقنية تبريد كهروبصرية، تختزل درجة حرارة حوالي مليون جزيء من فلوريد الميثيل (CH_3F) بمعامل يزيد عن العشرة.

يزيل المخطط طاقة الحركة عبر «تأثير سيزيف» الذي يتسبب في «تسلق» الجزيئات المستمر لمستوى مرتفع من الطاقة الكامنة. على النقيض من آليات التبريد الأخرى، تواصل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الآلية عملها كـ«مصيدة»، وتستمر في التبريد والانحسار في الأبعاد الثلاثة، وتنجح لدى عدد كبير ومتنوع من الجزيئات القطبية.

و«المصيدة» الشبيهة بالرقاقة الإلكترونية، وتصميم الدليل، المستخدمان في ذلك العمل يلائمان جيدًا الاستخدام في معالجة المعلومات الكمية الخاصة بالجزيئات الباردة وفائقة البرودة.

Sisyphus cooling of electrically trapped polyatomic molecules

M Zeppenfeld *et al*

doi:10.1038/nature11595

(فيزياء جزيئية)

أثر درجات الحرارة على القياسات الطيفية

تلعب التفاعلات الطاردة للماء ـ التي تمنع الماء والزيت من الاختلاط ـ دورا مركزيا في العمليات الحيوية التي تتراوح بين تكوين الغشاء الخلوي، والطي البروتيني، وكذلك تقييد العقاقير. ولا نعرف حتى الآن الكثير عن كيفية تغيير جزيئات الزيت لتركيب الماء، لتسهيل تلك العمليات. وقد أورد جول ديفيز وآخرون مؤخرا أنه عند درجات الحرارة المنخفضة، تظهر القياسات الطيفية امتلاك الماء لنتوءات تميؤ كارهة للماء، وروابط هيدروجين ضعيفة أقل من الوسط المائي المحيط. وبارتفاع درجة الحرارة، تختفي تلك البنية، وتظهر بنية أخرى أكثر اضطرابا، لها روابط هيدروجين أضعف من محيطها المائي، ولكن ذلك فقط حول سلاسل غير قطبية أطول من نانومتر واحد.

Water structural transformation at molecular hydrophobic interfaces

J Davis *et al*

doi:10.1038/nature11570

الكيمياء الجزيئية

استكشاف بنية مركب «مُضاد الجلوبولين»

التفاعل بين الجلوبولين المناعي-«إي» IgE ومستقبله FcεRI يكمن وراء كثير من استجابات الحساسية. في هذه الدراسة، يقدم الباحث جاردتزكي وزملاؤه بنية لـ«مثبط بروتين مكرر الأنكيرين» المُصَمَّم مؤخرًا—DERPin، وأظهروا أن المثبط لا يعمل فقط على إعاقة التفاعل بين «لجاند» ومستقبله، بل يفكّك أيضًا مركبات متكونة سابقًا. وتبين الدراسة أن المثبط يعمل من خلال آليه تفكيك مُيَسَّرة. وتوضح النتائج أن تَذبذبات تَشكُّل مركب IgE-Fc ديناميكية، وقد تكون مستهدفة بواسطة (المعدِّلات التّفارُغيّة) لمنع استجابة الحساسية.

Accelerated disassembly of IgE–receptor complexes by a disruptive macromolecular inhibitor

B Kim *et al*

doi:10.1038/nature11546

علوم البيئة

تقدير لفقدان الجليد القطبي الجنوبي

تتباين التقديرات للفقدان واسع النطاق لطبقات الجليد من القطب الجنوبي تباينًا كبيرًا مما يجعل من الصعب حساب إسهام ناجم عن ذلك في ارتفاع مستوى سطح البحر. وتستخدم إحدى المقاربات البارزة القمر الصناعي «جريس» GRACE، لكشف التغيرات في قوى الجاذبية، لكن التقديرات النهائية تعتمد على الاستجابات الناجمة عبر النمذجة الحاسوبية لتغيرات تحميل الجليد عبر الوقت بالقارة القطبة الجنوبية، وكذلك تغيرات ارتداد القشرة الأرضية المرن. وقد طبّق مات كينج وزملاؤه نموذجًا جديدًا لتحليل استعادة توازن القشرة الأرضية للمساحات الجليدية، وقدروا فقدان الكتلة الجليدية بالقطب الجنوبي ما بين 2002 و2010 بحوالي 69 جيجا طن في السنة، وهو رقم أقل بكثير من التقديرات السابقة، كما تعتبر هذه الكمية مقاربة لزيادة بمستوى سطح البحر في حدود 0.2 ملّيمتر.

Water structural transformation at molecular hydrophobic interfaces

J Davis *et al*

doi:10.1038/nature11570

علم الأعصاب

تعزيز أداء العصبونات بالأشواك الشجيرية

تعتمد إثارة العصبونات (الخلايا العصبية) في دماغ الثدييات على حجيرات شُجيرية (تغصنية) صغيرة تسمى «الأشواك»، ويتفاوت حجمها وشكلها وتركيبها الجزيئي تبعًا للخبرة. وفي هذه الدراسة، أعلن جيف ماجي وزملاؤه أن مقاومة شوكة العنق تعتبر كبيرة بشكل كاف (حوالي 500 MΩ) لدرجة تتيح تضخيم لاستقطاب رأس الشوكة المرتبط بالمدخلات الوحدوية المتشابكة بين 1.5 و45 ضعفًا. لذلك يؤكد المؤلفون أن «الأشواك» تعزز قدرات الذاكرة والقدرات الحسابية للعصبونات بتسهيل معالجة الإشارة لاخطيًّا للإشارة في الزوائد الشجيرية.

Synaptic amplification by dendritic spines enhances input cooperativity

M Harnett *et al*

doi:10.1038/nature11554

علم الأمراض/الوراثة

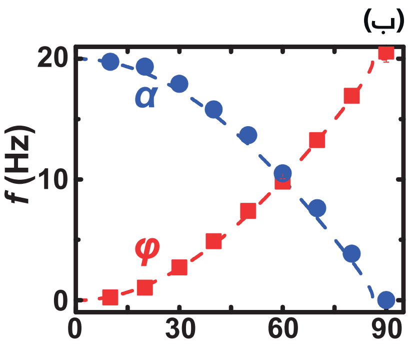
شذوذ نواة الخلية في مرض باركنسُن

هناك ارتباط عائلي ومشتت لطفرة G2019S التي تحدث في إنزيم «كيناز2 التكراري الغني باللوسين» LRRK2 بمرض باركنسُن، لكن الآلية المرضية المسؤولة ليست بيّنة. وفي هذا البحث، أفاد الباحث خوان كارلوس إيسبزوا بلمونتِ وزملاؤه بأن العصبونات (الخلايا العصبية) الحاملة لهذه الطفرة تُظهر شذوذًا بالغًا بالغلاف النوويّ. وقد تحقق الباحثون من صحة الاكتشاف في عصبونات مُتمَايزة من خلايا جذعية مُتعدِّدة القُدْرَات، مأخوذة من المرضى، وأيضًا من أدمغة بعد الوفاة. وهذه النتائج تربط النواة بباثولوجيا مرض باركنسن، وبآثار تمس التشخيص، وإمكان تطوير علاجات تستهدف النواة.

BTB-ZF factors recruit the E3 ligase cullin 3 to regulate lymphoid effector programs

R Mathew *et al*

doi:10.1038/nature11548



(فيزياء/تقنية النانو)

التجميع الذاتي المتناغم

تربط استراتيجية تصميم المواد الجديدة ـ الموصوفة هنا ـ التجميع الذاتي بظاهرة التزامن. (وهناك أمثلة مألوفة للتزامن، تشمل تطوير التناغم أثناء الهتاف، والوميض المتقطع لليراعات، وكذلك توهج الخلايا العصبية). وقد صمم ستيف جرانيك وزملاؤه جسيمات «يانوس» "janus" من سيليكا مغلفة نصفيا بالنيكل؛ لإنتاج تماثل مغناطيسي، وعرَّضوا تلك الجسيمات لمجال مغناطيسي دوَّار. تتحرك الجسيمات في البداية منفردة، ولكن كلما تجاذبت لتقترب من بعضها؛ تحركت بتزامن وتجمعت ذاتيا بأنابيب متناهية الصغر «ميكرُووِيّة» (microtubes). ويمكن استخدام التجمع الناتج لإنتاج تماثلات مختلفة داخل تركيب أنبوبي، لكن تلك التركيبات تتفتت عند فقد التزامن. كذلك يمكن استخدام تلك القدرات على التجمع في موقع، والتفكك، وإعادة التجمع في تطبيقات عديدة، مثل انتقاء البضائع والنقل والسيطرة على سريان الموائع.

Linking synchronization to self-assembly using magnetic Janus colloids

J Yan *et al*

doi:10.1038/nature11619

الشكل أعلاه | ديناميات جسيم منفرد وثنائي الجسيمات تحت مجال غزلي. (أ) يدور المرشد (الأحمر) يانوس حول محور الغزل (Z)، "الزاوية فاي"، بينما يهتز عموديا "الزاوية ألفا"، في مجال غزلي (H) بزاوية غزل ثيتا.

(ب) تؤكد ترددات فاي وألفا المحسوبة في مقابل ثيتا الحسابات (الخطوط المتقطعة). طلاء النيكل 18 نانومترًا.

البيولوجيا الجزيئية

نقل السيترات بكتيريًّا

السيترات مستقلِب (أحد عناصر الأيض) مهم، يخدم كمادة تبدأ التخليق الحيوي للأحماض الدهنية والجليسرينات ثلاثية الحلقة، والكوليسترول، والبروتين الدهني منخفض الكثافة. ويعتمد تركيز السيترات في العصارة الخلوية جزئيًّا على الاستيراد المباشر عبر غشاء البلازما بواسطة ناقل السيترات المعتمد على أنيون الصوديوم (Na+)، وهو عضو عائلة بروتين أنيونات صوديوم ثنائية التكافؤ/Na+ القنوي المدمج. وفي هذه الورقة، أورد الباحثون دراسات البنية البلورية بالأشعة السينية، ونشاط ناقل سيترات بكتيري معتمد على أنيون الصوديوم. وتوضح الدراسات البنيوية والكيميائية الحيوية كيف يمكن لتغيرات تكوينية محددة تسهيل الانتقال من مكان إلى آخر عبر الغشاء الخلوي.

Structure and mechanism of a bacterial sodium-dependent dicarboxylate transporter

R Mancusso *et al*

doi:10.1038/nature11542

علم المناعة

إنزيم كولن3 يقنّن مصير الخلايا المناعية

تبيَّنَ أن إنزيم «كولن3» ـ وهو «ليجيز يوبكويتِن إي3» ـ يوجِّه عملية «اليوبكنة» ubiquitination للعوامل المُرتبطة بالكروماتين النوويّ للتحكم بالنسخ وقرارات مصير الخلية في مجموعات الخلايا البائية والخلايا التائية. ويرجح الباحثون أنه فضلا عن توجيه برامج توجيه تمايز الخلايا البائية والتائية، فإن هذه الوظيفة غير المعروفة سابقًا لإنزيم «كولن3» قد تكون مشاركة في الدور المُسرطن الذي يؤديه بروتينPLZF، وبروتين BCL6 في سرطان (ابيضاض) الدم وسرطان الأورام الليمفاوية.

BTB-ZF factors recruit the E3 ligase cullin 3 to regulate lymphoid effector programs

R Mathew *et al*

doi:10.1038/nature11548



غلاف عدد 29 نوفمبر 2012

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 29 نوفمبر من مجلة نيتشر الدولية.

المناخ

ضبط معايير الحساسية المناخية

تعتبر الحساسية المناخية مقياسًا لتغير درجات الحرارة العالمية الذي يحدث نتيجة لتغير محدد في ثاني أكسيد الكربون، أو القسر الإشعاعي. ونتيجة الكثير من التقديرات، والتعريفات غير المتسقة، والمراحل الزمنية المتباينة الخاضعة للتحليل، هناك أيضا التباس كبير إزاء تحديد القيمة الأكثر ترجيحًا للحساسية المناخية. ونظرًا إلى أهمية الحساسية المناخية في نطاق واسع من أعمال بناء النماذج المناخية والتقارير ذات الصلة بصنع السياسات، ففي هذه الدراسة، يقترح فريق كبير بقيادة إيلكو رولنج إطارًا موحدًا لتحليل أبحاث مختلفة، والتوليف بينها، بناءً على تقييم تفصيلي للدراسات السابقة المتعلقة بالمناخ القديم. وتوصل الباحثون إلى تقدير يتراوح بين 2.2 و4.8 ألف وحدة تسخين مناخي، استجابةً لتضاعف تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي، وهو ما يتسق مع تقديرات «هيئة (الأمم المتحدة) الحكومية لتغير المناخ» (IPCC).

Making sense of palaeoclimate sensitivity

E Rohling *et al*

doi:10.1038/nature11574

الغلاف الجوي

تضارب بيانات الحرارة بغلاف الجو العلوي

ارتفاع درجة حرارة الطبقة السفلى من الغلاف الجوي «تروبوسفير»، وانخفاضها في الطبقة العليا «ستراتوسفير» هما سمتان من السمات المحورية لظاهرة الاحترار الكوكبي الناجم حتمًا عن الأنشطة البشرية. ففي حين تم توثيق انخفاض حرارة الشريحة السفلى من الـ«ستراتوسفير» جيدًا، فإن توثيق التغيرات في الشريحتين الوسطى والعليا منه لم يتم حتى وقت قريب، حيث قدرت بواسطة مجموعة بيانات قمر اصطناعي واحد. قارن ديفيد طومسون وزملاؤه بين مجموعتي البيانات (المرصودة) المتاحتين حاليًا ونماذج المحاكاة المناخية. ووجد الباحثون اختلافات واسعة في المقادير المطلقة والأنماط الزمانية، سواء داخل النماذج والأرصاد، أم فيما بينهما. وأسباب الاختلافات ليست واضحة، والنتائج تثير مخاوف بشأن فهمنا عن استجابات الغلاف الجوي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري والمواد المستنفدة لطبقة الأوزون. وينبغي أن يكون العمل لإيجاد حل هو من أهم الأولويات لدى بحوث المناخ في المستقبل.

The mystery of recent stratospheric temperature trends

D Thompson *et al*

doi:10.1038/nature11579

الفلك

مجرّة ذات ثقب أسود فائق الضخامة

يُعتقَد أن جميع المجرات الضخمة لديها ثقب أسود فائق الضخامة في مركزها، وهو ما يسبب حوالي 0.1 % عادةً من انتفاخ الكتلة النجمية للمجرة. وحتى الآن، تميزت المجرة الصغيرة «NGC4486B» بأن ثقبها الأسود مسؤول عن حوالي 11 % من كتلتها، مما يمثل أكبر جزء معلوم يسببه ثقب أسود لمجرة. ويورد هذا البحث أمرًا على نطاق أوسع من ذلك بكثير، وهو أن ثقبًا أسود شديد الضخامة، حجمه يتجاوز 17 مليار كتلة شمسية، يسبِّب 59 % من انتفاخ كتلة المجرة العدسية المضغوطة «NGC1277»، وأن خمس مجرات مضغوطة أخرى لها خصائص مشابهة لمجرة «NGC1277»، وقد تحتوي أيضًا على ثقوب سوداء كبيرة الحجم.

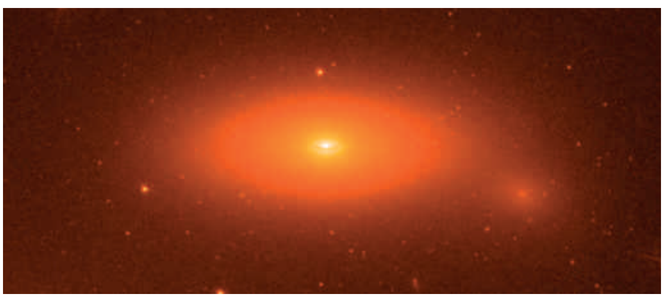
An over-massive black hole in the compact lenticular galaxy NGC 1277

R van den Bosch *et al*

doi:10.1038/nature11592

الشكل أسفله | صورة ضوئية للمجرة العدسية المضغوطة «NGC1277» بواسطة تليسكوب هابل الفضائي. مقياس رسم الصورة تم ضبطه بواسطة لوغاريثم اللمعان، وهو «19x8» كيلو فرسخ فلكي، والشمال يشير إلى أعلى، والشرق إلى اليسار. وفي هذه الصورة عالية الاستبانة البصرية، يظهر للمجرة نصف قطر ضوئي قدره 1 كيلوفرسخ فلكي، وهي مفلطحة بشدة، وقرصية الشكل. ومن الواضح أن تراكب عديد من المجرات لا يفسر سرعة التشتت العالية. إن مجرة «NGC1277» لديها قرص غبار نووي صغير منتظم ذو نسبة محور ظاهرية قدرها 0.3 فقط، مما يدل على أننا نرى المجرة على مقربة من الحافّة.

ومن خلال تليسكوب هابل الفضائي، تعرفنا على المكون الداخلي، مع نصف قطر ضوئي 0.3 كيلوفرسخ فلكي ومعامل سورسيه لـ«ن<1»، كبروز كاذب به 24 % من الضوء. ومن أجل نمذجة ديناميكية، قام الباحثون ببناء نموذج شامل للنجوم من كتلة مضيئة ثلاثية الأبعاد مضيئة، بعكس إسقاط نموذج ثنائي الأبعاد من صورة تليسكوب هابل الفضائي. وتم الاستدلال على جهد الجاذبية من خلال الضوء المجمع وثقب أسود وتوزيع كتلة هالة مادة سوداء. في هذه الإمكانية، فإن المدارات الممثلة تم دمجها عدديا، وتتبع المسار والسرعة على طول كل مدار. ثم قمنا بإعادة بناء المجرة بتخصيص قدر من الضوء لكل مدار، وبذلك فإن النموذج أعاد توزيع مجموع الضوء، بينما في الوقت نفسه تم إزواج حركيات الشق النجمي الطويل المرصود بواسطة تليسكوب هوبي-إبرلي. تضم النماذج تأثير غلاف الأرض وبصريات التليسكوب بدون أي افتراض مسبق عن التكوين المداري.



الفضاء

اضطرابات موسمية في الغلاف الجوي

عندما وصل مسبار وكالة الفضاء الأمريكية ناسا «كاسيني» إلى منظومة زحل في عام 2004، كان أحد أهدافه رصد ومراقبة السلوك الموسمي لأكبر أقمار كوكب زحل، القمر «تيتان»، الذي لديه غلاف جوي غني بالنيتروجين، مقارنةً بالأرض. ومع مرور الفصول فإن تلك الأرصاد تؤتي ثمارها الآن. وقد نشر نيكولاس تيبي وزملاؤه أن تراكم بقايا الغازات النزرة على القطب الجنوبي للقمر تيتان بعد عامين تقريبا من رصد انقلاب انتشار الغازات بعد الاعتدال (الموسمي) في الغلاف الجوي الأوسط، استنتجوا منها أن الانتشار بالغلاف الجوي الأوسط ينبغي أن يمتد على الأقل 600 كم، بدلاً من 450-500 كم، كما كان متوقعًا من قبل. وهذه النتائج تتطلب نشاطًا كيميائيًّا في الغلاف الجوي العلوي، وتفسيرًا بديلًا لوجود طبقة منفصلة من الضباب عند ارتفاع 450-500 كم، كانت تعتبر حدودًا للغلاف الجوي سابقًا.

Active upper-atmosphere chemistry and dynamics from polar circulation reversal on Titan

N Teanby *et al*

doi:10.1038/nature11611

الباثولوجيا

التهاب الدماغ بهِرْبِس الأطفال البَسيط

إن الْتِهاب الدِّماغِ بِهِرْبِس الأطفال البَسيط (HSE) مرض نادر، لكنه شديد الوطأة، حيث يصيب فيروس «الهربس البسيط-1» ـ عادة ما يكون عديم الضرر ـ الجهاز العصبي المركزي. وطوّرت هذه الدراسة نموذجًا مخبريًّا لهذا الفيروس. واشتق الباحثون خلايا جذعية متعددة القدرات (iPSCs) مستحدثة من مرضى يحملون طفرتي (TLR3)، و(UNC-93B). والعصبونات والدبقيات قليلة التغصن غير الناضجة التي تتمايز من الخلايا الجذعية متعددة القدرات تكون أكثر عرضه للإصابة بعدوى فيروس «الهربس البسيط-1»، وتفشل في استحثاث الاستجابة المناعية السليقية الطبيعية. في المقابل، فإن الخلايا الجذعية متعددة القدرات غير المتمايزة، والخلايا الجذعية العصبية (أو الخلايا النجمية) ليست عرضه لعدوى فيروس «الهربس البسيط-1». وتوضح هذه الدراسة عملية الإمراض الكامنة وراء الْتِهاب الدِّماغِ بالهِرْبِس البَسيط في الأطفال الحاملين للنقص الناجم عن تلكما الطفرتين.

Impaired intrinsic immunity to HSV-1 in human iPSC-derived TLR3-deficient CNS cells

F Lafaille *et al*

doi:10.1038/nature11583

المناعة

مشتقات فيتامين ب تنشط الخلايا التائية

رغم أن «الخلايا التائية اللامتغايرة المرتبطة بالأغشية المخاطية» (MAIT) تمثل حوالي 10 % من مجموع الخلايا التائية في الإنسان، فمن المفاجئ أن المعروف عن دورها في علم وظائف الأعضاء وعلم الأمراض قليل. ويعود هذا ـ بشكل كبير ـ إلى أن التعرف على المستضد أو المستضدات بواسطة هذه الخلايا التائية (MAIT) يتم بأسلوب مُقيّد بجُزَيء (MR1). وتذكر هذه الدراسة بِنْية جُزَيء (MR1) ـ الشبيه بجزيء (MHC) ـ في مُجمّع مع بروتين تَّيرين (pterin) الشبيه بفيتامين «ب-9». وأظهرت الدراسة أن مشتقات فيتامين «ب» البكتيرية تنشط الخلايا التائية اللامتغايرة المرتبطة بالأغشية المخاطية (MAIT)، مما يشير إلى أن المستضدات المراوغة لهذه الخلايا (MAIT) هي مُسْتَقْلَبات فيتامين ميكروبي، وأن الدور الفسيولوجي لهذه الخلايا هو الكشف عن العدوى الميكروبية.

MR1 presents microbial vitamin B metabolites to MAIT cells

L Kjer-Nielsen *et al*

doi:10.1038/nature11605

الوراثة الجزيئية

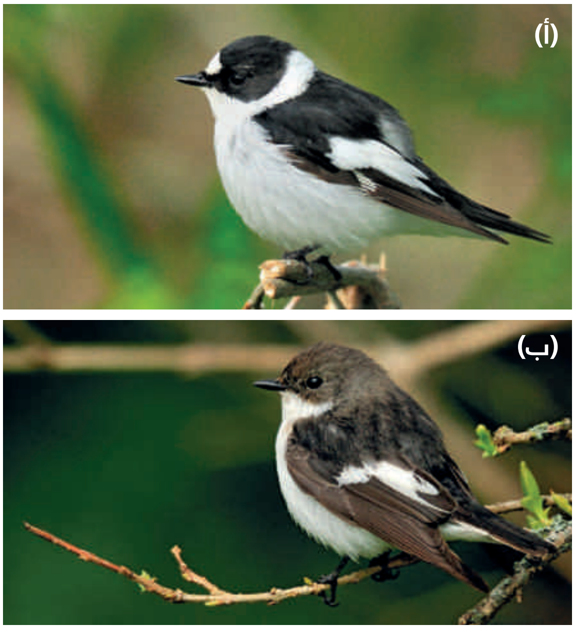
دراسة بِنَى الحمض النووي الريبي

منذ أمد بعيد، عُرفت متتابعات وبِنَى الحمض النووي الريبي (RNA) بأهميتها لأدواره البيولوجية. وفي الآونة الأخيرة، برزت ديناميات التشكل كمنظور قوي آخر لوظيفة الحمض النووي الريبي، بيد أن الباحث هاشم الهاشمي وزملاءه طوروا نهجًا قائمًا على الرنين المغناطيسي النوويّ، يمكنه التقاط ما لم يكن متاحًا الوصول إليه سابقًا من «الحالات المثارة» سريعة الزوال للغاية وقليلة التعداد بالحمض النوويّ الريبي. وقد وُجِد أن إعادة الترتيبات الموضعية لفرز أزواج قواعد «الحمض النوويّ» ـ التي تنشئ هذه الحالات ـ تؤثر وظيفيًا بتغيير تعرض البقايا المطلوبة لعملية بيولوجية معينة. ويمكن لهذه الحالات أن تستقر بشكل تفاضليّ، بناءً على البيئة الخلوية.

Visualizing transient low-populated structures of RNA

E Dethoff *et al*

doi:10.1038/nature11498



الوراثة التطورية

تكرر الجينات في نشوء أنواع الطيور

تعتبر الطيور صائدة الذباب نماذج مهمة لنشوء الأنواع. ولتقديم نظرة متعمقة على اختلاف السلالات على نطاق الجينوم خلال نشوء الأنواع، قام هانز إليجرين وزملاؤه بفك متتابعات جينوم طائر صائد الذباب المبرقش، وقاموا بإعادة فك متتابعات لعينات من التجمعات السكانية لصائد الذباب المبرقش، ولأنواع أخرى. وكشفت النتائج عن وجود «جزر انفراج » مع انفراج أعلى بخمسين ضعفًا من خلفية متتابعات التسلسل الجينومي، غير موزعة بشكل عشوائي عبر الجينوم، حيث يعمل الانتقاء الطبيعي في كل السلالات، ويدفع الانفراج في هذه المناطق. وذكر المؤلفون أيضًا ملاحظة غير متوقعة تستهدف الاختيار، فربما لا تكون جينات، بل يجوز أن تكون تكرارات للقسيم المركزي (السنترومير) وللجسيمات الطرفية (تيلومير).

The genomic landscape of species divergence in Ficedula flycatchers

H Ellegren *et al*

doi:10.1038/nature11584

الشكل أعلاه | دراسة الأنواع. (أ) ذكر صائد الذباب مطوق العنق بالريش الأبيض. (ب) ذكر صائد الذباب المبرقش. لاحظ أن ذكر صائد الذباب المطوق لديه طوق أبيض في الرقبة، وجبين أبيض أكثر وضوحا، وبقع في الجناح.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الجينوم

موارد بحثية لتحسين المحاصيل الرئيسة

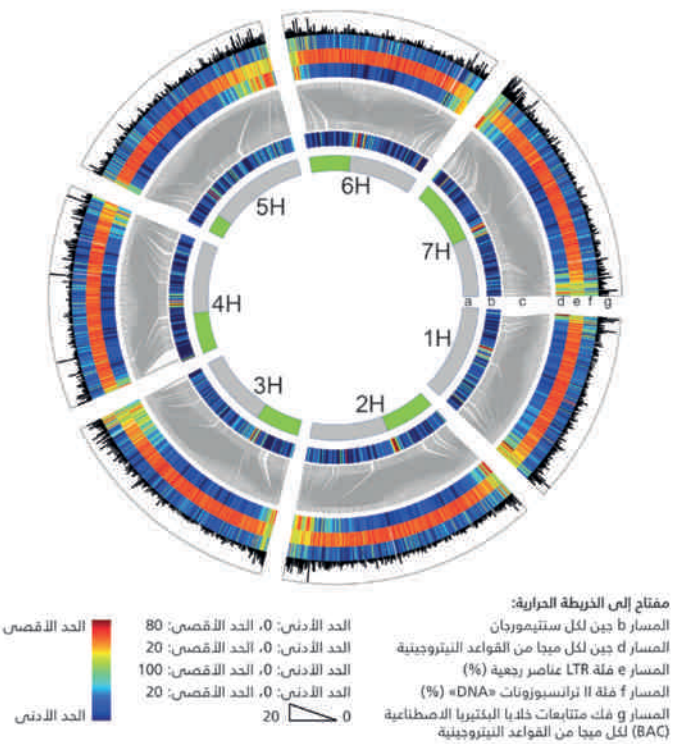
قدمت مجموعتان بحثيتان مؤخرًا تقريرين عن تجميع وتحليل متتابعات جينوم محاصيل الغلال الرئيسة ـ قمح الخبز والشعير ـ مما يوفر موارد بحثية مهمة لتحسين المحاصيل مستقبلاً.

يعتبر قمح الخبز مسؤولاً عن خُمس السعرات الحرارية التي يستهلكها البشر. ويحتوي على جينوم كبير جدًّا ومعقد، وسداسي المجموعة الصبغية، ويبلغ عدد قواعده النيتروجينية 17 جيجا (17 مليون زوج من القواعد النيتروجينية). وقد استخدم مايكل بيفان وزملاؤه تقنية البايرو لفك وتحليل 454 متتابعة لجينوم القمح، ومقارنته بالجينومات ثنائية المجموعة الصبغية لجينومات أجداده وأسلافه. اكتشف المؤلفون خسارة مهمة لأفراد من عائلات الجينات، نتيجةً لتعدد الصيغ الصبغية والتدجين، وتوسع فئات الجينات التي يمكن أن تكون مرتبطة مع إنتاجية المحاصيل.

يُعتبر الشعير أحد المحاصيل النباتية المستأنسة مبكرًا. ورغم أن جينومه ثنائي المجموعة الصبغية، إلا أنه كبير جدًّا، ويتكون من 5.1 جيجا قواعد نيتروجينية. وصف نِلز شتاين وزملاؤه الخريطة المادية للشعير، التي ترتكز على خريطته الجينية عالية الاستبانة، وأضافوا تجميعًا عميقًا بالقصف لكامل الجينوم، وبيانات الحمض النووي التكراري (cDNA) ومتتابعات الحمض النووي الريبي (RNA)؛ لتوفير أول مسح متعمق لجينوم نبات الشعير على نطاق الجينوم.

Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing
R Brenchley *et al*
doi:10.1038/nature11650

A physical, genetic and functional sequence assembly of the barley genome
K mayer *et al*
doi:10.1038/nature11543



الشكل أسفله | المنظر العام (الأفق) للمساحة الجينية لنبات الشعير. مسار (a): يعطي الكروموسومات السبعة لنبات الشعير. اللون الأخضر/الرمادي يصف اتفاق البصمة الرأسية (FPC) المتاخم لمهمة ذراع كروموسوماتها، استنادًا لقراءة متتابعات الجينوم بالقصف المحدد لذراع الكروموسوم. وبالنسبة إلى «1H»، كانت مهمة فك متتابعات الكروموسوم الكامل هي المتاحة فقط. مسار(b): توزيع الجينات عالية الثقة بامتداد الخريطة الجينية؛ مسار(c): وصلات تتعلق بمواقع الجينات الوراثية بين خريطة الجينات والخريطة المتكاملة المادية الواردة في مسار(d). مسار(d): يعطي موقع وتوزيع عناصر(LTR) من فئة-I بمسار(e) وترانسبوزونات «DNA» من فئة-II مسار(f). مسار(g): توزيع وتحديد البكتيريا الاصطناعية (BACs) التي فككت متتابعاتها.

الكيمياء الجزيئية

انخفاض مقاومة غاز «فيرمي»

تورد هذه الدراسة أول رصد لانخفاض المقاومة العتيدة، المرتبط ببداية الميوعة الفائقة، في غاز «فيرمي» قوي التفاعل. وقدرة الجزيئات على التدفق مع مقاومة منخفضة جدا هي من سمات حالات الميوعة الفائقة والتوصيل الفائق. ففي حين أن تدفق الجسيمات في الهليوم السائل والمواد فائقة التوصيل هو أمر ضروري لتحديد الميوعة الفائقة والتوصيل الفائق، لم يتم إجراء قياسات مماثلة للموائع الفائقة على أساس غازات فيرمي فائقة البرودة. ويصف الباحثون قياسات مباشرة لخصائص التوصيل لدى ذرات ليثيوم الفيرميونية، في تجربة تحاكي تشغيل ترانزستور تأثير المجال الصلب (بدون صمامات إليكترونية). وتظهر النتائج أن قياسات التيار والمقاومة في غازات الكوانتم توفر مجسًّا حساسًا لاستكشاف فيزياء متعددة الأجسام.

Observing the drop of resistance in the flow of a superfluid Fermi gas
D Stadler *et al*
doi:10.1038/nature11613

البيئة

الغابات تواجه خطر الجفاف

يمكن لحالات موت الغابات بالجفاف الشديد أن تسبب خسارة واسعة للتنوع البيولوجي مع تأثير كبير على توازن مستويات الكربون عالميًّا. تظهر النباتات التي تعاني من الجفاف انخفاضًا في ضغط المادة الخشبية، ويمكن لكل نوع من النبات أن يتحمل حجمًا متفاوتًا من انخفاض المادة الخشبية قبل حدوث ضرر يؤدي إلى إخفاق نقل المواد المغذية السائلة. تبحث هذه الدراسة في الحدود الآمنة بين الحد الأدنى من ضغط المادة الخشبية والحدود القصوى للضرر لما مجموعه 226 نوعًا من الأشجار من 81 موقعًا في العالم، وتظهر أن غالبية الأنواع على امتداد المناطق الحيوية الجافة والرطبة لا تتميز إلا بحدود آمنة قليلة بمواجهة المستويات الضارة من الجفاف. وهذا يجعلها بالتالي أكثر قابلية للتعرض لتأثيرات مزيج من ارتفاع درجات الحرارة، وتراجع كميات هطول الأمطار، الذي من المتوقع أن يتسبب في حدوث حالات من الجفاف أكثر شدة وأطول زمنًا في المستقبل القريب.

Global convergence in the vulnerability of forests to drought
B Choat *et al*
doi:10.1038/nature11688

علوم المعادن

اختبار قاسٍ للاستقرار

تطرح هذه الدراسة سؤالاً أساسيًّا؛ هو: هل أكثر توزيع ذري مستقر من ناحية الديناميكا الحرارية لمادة هو الشكل الأصلد، أم الأصلب، أم الأقوى لهذه المادة؟ أيمكن أن تحسن بعض التوزيعات شبه المستقرة من هذا الأداء؟ بالتركيز على صلابة (stiffness)، قام الباحثون بإجراء حسابات المبادئ الأولية على توزيع مكاني ضخم لأربعة أنظمة سبائك ثنائية مختلفة. ووجدوا ـ على الأقل في الأنظمة التي بحثوها ـ أن صلابة وحرارة التكوين ترتبطان خطيا وسلبيا. ويعني هذا أنه كلما كان النظام أكثر استقرارا، كانت المادة أصلب. ومن حيث المبدأ، ينبغي أن تكون الأساليب المستخدمة هنا قابلة للتطبيق؛ لاستقصاء علاقات أخرى بين الاستقرار والخواص الميكانيكية.

A canonical stability–elasticity relationship verified for one million face-centred-cubic structures
S Maisel *et al*
doi:10.1038/nature11609

علوم المحيطات

سجلات لمستويات سطح البحر

هناك ارتباط وثيق بين مستويات سطح البحر العالمية ونطاق الصفائح الجليدية في جرينلاند والقطب الجنوبي، لكن التوقيت الدقيق لحدوث هذه التغيرات ليس واضحًا، لأنه من الصعب الحصول على سجلات دقيقة ومتسقة وطويلة الأمد لمستويات سطح البحر. في هذه الدراسة، يقدم المؤلفون تأريخًا محسّنًا بشكل كبير لسجلات مستوى سطح البحر الأحمر في آخر 150 ألف سنة، عن طريق مقارنتها بسجلات من السهل تحديد أوقاتها شرقي

البحر المتوسط. وجد الباحثون أن مستوى سطح البحر مرتبط بالتباينات المناخية في منطقتي الصفائح الجليدية في جرينلاند والقطب الجنوبي على مستوى كل قرن، لكن بشكل أكبر مع القطب الجنوبي. تتأخر التغيرات التي حدثت بمستويات سطح البحر عن تغيرات المناخ القطبي الجنوبي بعدة مئات من السنوات، لكنها مرتبطة بشكل أكثر حداثة مع مناخ جرينلاند.

Rapid coupling between ice volume and polar temperature over the past 150,000 years

K. Grant *et al*

doi:10.1038/nature11593

الوراثة التطورية

نشاط خلايا الشبكة بالبحث البصري

إن خلايا الشبكة، (وهي الخلايا العصبية الموجودة في القشرة الدماغية الأنفية الداخلية مع النشاط التضميني المشكّل مكانيًّا) تمد الدماغ بالمعلومات المكانية والذاكرة المكانية اللازمة أثناء التنقل. وقد درست هذه الخلايا على نطاق واسع لدى القوارض، لكن لم تكن هناك تحليلات للوحدة المفردة للخلايا الشبكية في الرئيسيات. هنا، قامت إليزابيث بفالو وزملاؤها بتسجيل النشاط العصبي في القشرة المخية الأنفية الداخلية للقرود أثناء أداء مهمة تنطوي على ذاكرة بصرية تشمل صورًا على شاشة الحاسوب. وتظهر البيانات الناتجة مباشرة عن وجود خلايا الشبكة في الرئيسات، وتظهر كيف يمكن لهذه الخلايا أن تنشط خلال الاستكشاف الإبصاري، حتى عندما لا يتحرك الحيوان، بل يبحث بعينيه ببساطة.

Amap of visual space in the primate entorhinal cortex

N Killian *et al*

doi:10.1038/nature11587

الجيولوجيا

أصول صخور البازلت بقاع البحر

تُعتبَر الصهارة التي تنتج صخور البازلت بقاع المحيط قد تطورت بواسطة التبلور التجزيئي، لكن هيو أونيل، وفرانسيس جينر يظهران أن التوزيعات العالمية للعناصر النزرة في صخور بازلت قاع المحيط تصف نمطا منتظما لا يمكن تفسيره من خلال التبلور التجزيئي وحده. وبدلا من ذلك.. يتم توزيع العناصر النزرة بواسطة تدوير الصهارة خلال مجموعة عالمية منسجمة من الحجرات الصهارية على أعماق مختلفة، وتتأثر أيضا بتكوين الصهارات الأم.

The global pattern of trace-element distributions in ocean floor basalts

H O'Neill *et al*

doi:10.1038/nature11678

الخلايا الجذعية

تعزيز الخلايا الجذعية المختصة بالأعضاء

من أجل أن تكون الخلايا الجذعية ذات فائدة في الطب التجددي، يتعين عليها أن تكون متوفرة بكميات مناسبة. لقد قام دوجلاس ميلتون وزملاؤه مؤخرًا بتضخيم خلايا البنكرياس الأصلية، من خلال مشاركة زراعتها مع اللُحمة المتوسطة المتطابقة مع الأعضاء، التي تعمل بمثابة إشارة التجديد الذاتي. وحققوا توسعًا يصل إلى 65 مليون ضعف من خلايا أسلاف الأديْم البَاطِنِي البشري، والإبقاء على إمكانية التطور الكامل. ويمهد هذا العمل الطريقَ للإنتاج الفعال لأنواع الخلايا المهمة، مثل خلايا بيتا المفرزة للإنسولين؛ للاستخدام العلاجي.

Self-renewal of embryonic-stem-cell-derived progenitors by organ-matched mesenchyme

J Sneddon *et al*

doi:10.1038/nature11463

الأحياء المجهرية

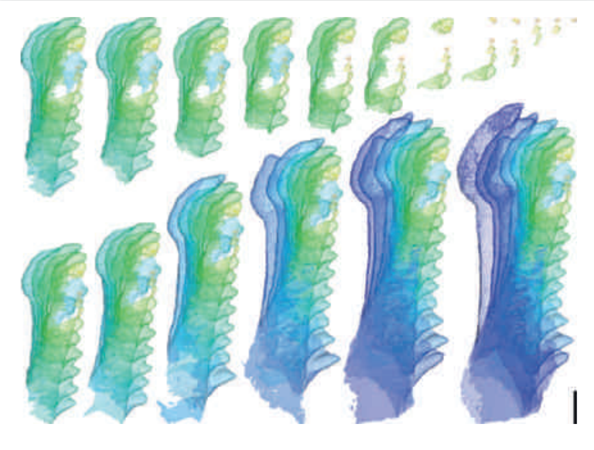
استثارة عمل الفيروسات

الفيروسات القهقرية لديها القدرة على تكوين عدوى بالخط النسيلي، فتصبح جزءا من جينوم المضيف، لكن معظم الفيروسات القهقرية الداخلية (ERVs) تصبح غير نشطة، أو يتم إسكاتها نسخيًّا. ويقدم هذا البحث دليلا على ظهور فيروسات قهقرية مُعدية ومُمرضة جديدة، تولّدت بإعادة الجمع بين فيروسات قهقرية داخلية معيبة الانتساخ في غياب استجابة جسم مضاد وظيفيًّا. وقد اتضح أن الفيروسات تنتقل في مستعمرات الفئران، وتتسبب في نشوء مجموعة من المرضيات بما فيها السرطان. ونشوء الفيروسات القهقرية الداخلية في سياق النقص بالأجسام المضادة يكون أقل وضوحًا في غياب وَسَط بكتيري مُركّب. ويكشف هذا العمل دورًا غير مقدر سابق للمناعة في مكافحة الفيروسات القهقرية الداخلية.

Resurrection of endogenous retroviruses in antibody-deficient mice

G Young *et al*

doi:10.1038/nature11599



الحياة القديمة (الإحاثة)

أسنان حقيقية في الفكين الأكثر قِدَمًا

أصل الفقاريات الفكية موضوع ساخن ومحوري بالنسبة إلى مناقشة هل حالة السمك الحفري المدرّع (Placoderms)، تمثل أقدم الفقاريات الفكية المعروفة. فهي تشكل مجموعة متنوعة من السمك المدرع، انقرض كليًّا. وقد وُصِفت في مختلف الأدبيات بأنها بلا أسنان البتة، أو أنها لها هياكل شبه مسننة، قد تكون ـ أو قد لا تكون ـ أسنانًا حقيقية. وهنا يعرض الباحثون سلاسلَ نمو مجموعة من هذا السمك، محفوظ على نحو حسن، مستخدمين في ذلك التصوير المقطعي الإشعاعي السيني السينكتروني التوموجرافي، لتشكل المرة الأولى التي نحصل فيها على نظرة فاحصة لتشريح الفك مستديرًا. وتكشف هذه الصور المقطعية أن لدى هذا السمك أسنان حقيقية، مع تجاويف عاج ولب، وطريقة متميزة لاستبدال الأسنان. ومع ذلك.. فالعظام التي جلست الأسنان عليها قد لا تشاكل العظام الحاملة للفقاريات فَكِّيَّة الفم، ما يعكس أصولًا تطورية متميزة لأجزاء أسنان الفك.

Development of teeth and jaws in the earliest jawed vertebrates

P Donoghue *et al*

doi:10.1038/nature11555

الشكل أعلاه | تطور افتراضي للفك السفلي لسمكة «كامپاجوپيسيس كروتشيري» من العصر الديفوني المتأخر بأستراليا.

الكيمياء الجزيئية

تحديد بنية المستقبل «CXCR1» البشري

مستقبلات GPCRs المقترنة ببروتين-«G» هي بروتينات غشائية شائعة، تقوم بتحويل إشارات كيميائية من خارج الخلية، والكثير منها مستهدف دوائيًّا. ومؤخرًا، قدم سانج هو بارك وآخرون طريقة جديدة باستخدام مطياف رنين مغناطيسي نووي، لدراسة بروتينات غشائية في

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طبقات الشَّحْم الفسفوري المزدوجة، واستخدموه في تحديد بنية المُستقبِل GPCR البشري، وهو مركب (CXCR1) ذو أُلفة شديدة للإنترلوكين-8؛ وسيط رئيس للاستجابات المناعية والالتهابية.

Structure of the chemokine receptor CXCR1 in phospholipid bilayers
S Park *et al*
doi:10.1038/nature11580



غلاف عدد 6 ديسمبر 2012
طالع نصوص الأبحاث في عدد 6 ديسمبر من مجلة نيتشر الدولية.

علم الأعصاب

أصول العُرف العصبي

ترتبط الخصائص المميزة للفقاريات عن غيرها من الحيوانات بالرأس، في الأغلب، إذ يتميز بدوره بقحف وعينين وأذنين من نوع خاص. ويحدد العُرف (الذروة) العصبي ـ إلى حد كبير ـ شكل الرأس. وتنشأ خلايا العرف العصبي من الصفيحة العصبية، وهي منطقة الجنين التي تشكل الجهاز العصبي المركزي، ومن ثم تهاجر عبر الجسم؛ لتتفاعل مع الأنسجة المختلفة الأخرى. ولطالما كان أصل العرف العصبي لغزا محيرا. تظهر هذه الدراسة أن اليرقة المتحركة لذات الغلالة، «نافورة البحر المنعزلة» Ciona intestinalis، لها سلالة من الخلايا التي تنشأ من حافة الصفيحة العصبية التي تفرز عديدًا من مورثات (جينات) مواصفات العرف العصبي. هذه السلالة تنقصها بعض خواص التعريف للعرف العصبي، كالهجرة طويلة المدى، بيد أن سوء تعبير (إفراز) جين «تويست» يعتبر كافيًا لاستحثاث هذه الخواص. وتشير النتائج إلى أن جزءًا كبيرًا من شبكة جينات العرف العصبي تسبق تشعب ذوات الغلالة والفقاريات، وأن عملية حظر عوامل تحديد اللحمة المتوسطة، كالجين «تويست»، داخل الأديم الظاهر للصفيحة العصبية، تعتبر حاسمة بالنسبة إلى فقاريات «الرأس الجديد».

Identification of a rudimentary neural crest in a non-vertebrate chordate
P Abitua *et al*
doi:10.1038/nature11589

الفلك

رصْد لقرص كبلري كبير حول نجم أوّلي

يسوق هذا البحث تقريرًا عن استخدام تداخل دون المليّمتر، للحصول على أول رصد لقرص كبلري كبير حول نجم أولي في أبكر مراحل تطوره؛ طور الفئة صفر. وحتى الآن، فإن أصغر نسبة مرصودة لكتلة نجم أولي إلى كتلة الغلاف حوالي 2.1. والنجم الأولي المكتشف حديثا، «L1527 IRS»، له كتلة تقدر بنحو خمس الكتل الشمسية تقريبا، ونسبة كتلة نجم أولي إلى كتلة الغلاف حوالي 0.2. إن لدى «L1527» بالفعل قرص كوكبي أولي، لا يقل عن سبعة أمثال كتلة كوكب المشترى، على غرار ما يفترض في الأقراص المكونة للكواكب، لذلك يبدو أن جميع عناصر نظام شمسي (هناك) في طور التكوين.

A 0.2-solar-mass protostar with a Keplerian disk in the very young L1527 IRS system
J Tobin *et al*
doi:10.1038/nature11610

علم الأعصاب

التواصل التداخلي بين العصبونات المتجاورة

أشار البعض بأن النشاط الكهربائي لعصبون (خلية عصبية) واحد يمكن أن يؤثر على نشاط جاره غير الموصول به. وهناك اعتقاد واسع بأن هذا التأثير المسمى بـ«اللماسي» ephaptic ضعيف ولم يُدرس بشكل كافٍ نسبيًّا. بيد أن جون كارلسُن وزملاءه برهنوا هنا على أن عصبونات «المستقبلة الشمية» لذباب الفاكهة تتواصل مع بعضها بإشارات «لماسية» كبيرة بتأثير قوي على السلوك الشمي. تثبط الاستجابة المستدامة لأحد عصبونات المستقبلة الشمية بواسطة التنشيط الوقتي لجارتها. كما يظهر المؤلفون أيضاً أن عصبونات المستقبلة الشمية الحساسة لغاز ثاني أكسيد الكربون في بعوضة الملاريا يمكن تثبيطها عبر إثارة عصبون المستقبل الشمي المجاور لها، ويمكن أن يقلل التثبيط الجانبي لعصبون ثاني أكسيد الكربون في ذبابة الفاكهة الاستجابة السلوكية لغاز ثاني أكسيد الكربون. وبما أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو مُشعِرة (علامة) رئيسة تستخدم بواسطة البعوض للعثور على مضيف بشري، يقترح هذا العمل البحثي وسائل جديدة لمكافحة الحشرات. تشير هذه النتائج بأن التأثيرات اللماسية قد تكون أكثر انتشارا من تلك النسب المحددة سابقًا، وعلى وجه الخصوص بين العصبونات التي تتخذ الأجزاء الحسية الخارجية، كالبراعم الذوقية، مقرًّا لها.

Non-synaptic inhibition between grouped neurons in an olfactory circuit
C Su *et al*
doi:10.1038/nature11712

الكيمياء الجزيئية

أملاح كبريتات الزنك لتحويل جذور الألكيل

تنتشر الحلقات غير المتجانسة والغنية بالنيتروجين واسعًا في المستحضرات الدوائية، وقد تم تبسيط تركيبها عبر سلسلة خطوات متقدمة في ردود فعل التحويل معدنية الوسيط وترتبط تقاطعيًّا، إلا أن تطوير أساليب استيظاف «C-H» عمليًّا وانتقائيًّا بما لا يعتمد على مواد البدء قبل الاستيظاف، قليلة التطور. ويفيد المؤلفون هنا بأنه يمكن استخدام أملاح «كبريتات الزنك» لتحويل «جذور الألكيل» إلى حلقات غير متجانسة؛ مما يتيح بذلك تشكل روابط C-C ذات الصلة طبيا بشكل مرن، ومباشر وبسيط من الناحية العملية، بينما تقع الاستجابة بشكل متعامد على أساليب استيظاف «C-H» البدائية الأخرى.

Practical and innate carbon–hydrogen functionalization of heterocycles
Y Fujiwara *et al*
doi:10.1038/nature11680

علوم الأرض/ الطبوغرافيا

النحر مفتاح تطور شبكات النهر

شبكات النهر المتفرعة هي سمات واسعة الانتشار في المناظر الطبيعية للأرض، لكن لا يزال الغموض يكتنف الآليات التي تُنشئ هذه الأنماط. وهنا يستخدم الباحثون نموذجا رقميًّا بسيطًا مع قياسات ميدانية؛ لإثبات أن أنماط التفرع لشبكة النهر على نطاق نهر صغير هي نتيجة لعدم الاستقرار في كل من عمليات النحر المشاركة في اتساع الوادي وشق القنوات معًا. وهذا يعني أن شبكات النهر ليست نتيجة لطوبولوجيا عشوائية، لكنها من التأثير الصافي لقوة الصخر والأمطار والعمليات الحيوية والتأثيرات الأخرى.

The root of branching river networks
J. Perron *et al*
doi:10.1038/nature11672

علم الأعصاب/ فسيولوجيا

التنظيم الذاتي في الشبكة البصرية

في دماغ الثدييات، تطلق خلايا الشبكة في القشرة الشمية الداخلية استجابة للبيئة المكانية دوريًّا، منظمةً الفضاء في الشبكة الملاحية الديناميكية؛ إذ لم يتم فهم التنظيم الوظيفي للشبكة التي تولد الأنماط الشبكية بعد. وكان إدوارد موزر وزملاؤه قد اكتشفوا ترتيبا تركيبيا لعناقيد خلايا الشبكة في القشرة الشمية الداخلية لدى الفأر، التي تحافظ بدورها على مستويات شبكية متميزة، وعلى التوجه وتعديل الثيتا، أثناء الاستجابة بشكل مستقل للبيئة المحيطة أيضًا. ويعتبر هذا الترتيب مختلفا عن الطبوغرافيا الأكثر تصنيفًا لأجهزة حسية عديدة؛ ويشير إلى إمكانية نشوء نظام شبكي من ديناميكيا شبكة ذاتية التنظيم، وليس بناء على نوعية المدخلات.

The entorhinal grid map is discretized
H Stensola *et al*
doi:10.1038/nature11649

الفلك

الاقتراب من اكتشاف النجوم الأولى

تم رصد كميات أقل وفرة من العناصر الثقيلة ـ نسبةً إلى تلك التي وجدت في بيئات فيزياء فلكية نموذجية ـ في نجوم هالة درب التبانة ونظامي امتصاص أشباه النجوم عند انزياحات حمر حيث $z=3$. ويُفسر وجود مثل تلك النجوم على أنها آثار باقية من الكون المبكر. ويقدم هذا البحث تقريرا بقياسات الوفرة الكيميائية في أطياف الأشعة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تحت الحمراء لشبه نجم بعيد (كوازار) لدى انزياح أحمر، حيث z=7.04، الموافق لوقت لم يكن للكون سوى 5.6 % من عمره الحالي. ويعتقد أن هذه الحقبة تقترب من وقت عندما كانت النجوم الأولى ـ التي أنتجت أول العناصر الثقيلة ـ قد تكونت. وتكشف الأطياف عن وجود عمود كبير من الهيدروجين المحايد، ولكن بلا عناصر ثقيلة بالحدود العليا الحساسة، وأن نشوء هذه الغيوم يعد من بين خزانات الغاز المحايد المعروفة بأنها الأكثر تبكيرًا كيميائيًا. ويشير هذا إلى أننا قد نشهد أخيرًا اكتشاف أقرب أجيال النجوم تكوينًا.

Extremely metal-poor gas at a redshift of 7

R Simcoe *et al*

doi:10.1038/nature11612

الكيمياء الجزيئية

آفـــاق الأيريدويد المُخلّق

يبين هذا البحث عملية التعرف على إنزيم يُدعى «إيردويد سينثاز» iridoid synthase، وهو إنزيم رئيس في المسار التخليقي لـ«إيريدويد» iridoid، وهي عائلة كبيرة من منتجات طبيعية ثنائية الحلقات تملك أنشطة مضادة للسرطانات، والالتهابات، والفطريات والبكتيريا. وينتج الإنزيم نظامًا حلقيًّا ثنائيًّا عبر تفاعل شلالي جديد، يعتمد على فوسفات ثنائي نكليوتيدِ النيكوتين والأدنينِ المُخْتَزَل. ومعرفة بنية ووظيفة الإنزيم المذكور ينبغي أن تسهم في تعديل وإعادة تشكيل الإيريدويد والمسارات ذات الصلة في نباتات محاصيل أو ميكروبات من أجل أغراض زراعية ودوائية.

An alternative route to cyclic terpenes by reductive cyclization in iridoid biosynthesis

F Geu-Flores *et al*

doi:10.1038/nature11692

السرطان/ الكيمياء الجزيئية

استهداف بروتين «EZH2»

يعمل بروتين «EZH2»، وهو وحدة فرعية محفّزة للمُركب الكابح متعدد الأمشاط 2 (PCR2)، كمنظم رئيس للتعبير الجيني، يعمل من خلال مَثيلة الهستون (H3) عند الحمض الأميني «ليزين27»، أو (H3K27). والمعلوم أن فرط تعبير (إنتاج) بروتين (EZH2) مُتورَّط في تَكَوُّن الأورام، وفي طفرات تحدث ضمن نطاقه التحفيزيّ في حالة الأورام اللمفية. وفي هذه الدراسة، تصف كارنا كريسي وزملاؤها جُزَيْئًا صغيرًا يعمل كمثبط قويّ لنشاط نقل الميثل بواسطة هذا البروتين، وبالتالي يقلل مستويات الحمض الأميني «ليزين27» المُمَثيَل، كما أنه ينشط جينات الصامتة المستهدفة بواسطة PCR2. والجزيء الموصوف يَحُول أيضا دون تكاثر سلالات الخلايا المتحورة بطفرة في بروتين «EZH2»، وكذا نمو الطُّعَم النسيجية المتحورة لدى الفئران. ولذا.. فإن التثبيط الدوائي لنشاط بروتين EZH2 قد يمثل استراتيجية صالحة في أورام لمفية ذات طفرة في هذا البروتين.

EZH2 inhibition as a therapeutic strategy for lymphoma with EZH2-activating mutations

M McCabe *et al*

doi:10.1038/nature11606

الأحياء المجهرية/ الباثولوجيا

السيطرة على مِجْهَرِيَّات البقعة بالأمعاء

البكتيريا الإِشْرِيكِيَّة القولونِيَّة النزيفية المعوية (EHEC) تمتلك عددًا من عوامل الفوعة التي تعضد استيطانها لأمعاء الثدييات. وتصف هذه الدراسة اكتشاف حيلة تنظيمية جديدة في تعبير عوامل الفوعة لدى هذه البكتيريا. وقد أظهر الباحثون نظامًا فريدًا مزدوج المكونات، يستشعر الفوكوز، وينظم استعمال الفوكوز والتعبير الجيني لعوامل الفوعة. يُطْلَق الفوكوز من جليكانات (glycans) المضيف بواسطة أعضاء من مِجْهَرِيَّات البُقْعَة المقيمة. وهذه النتائج تسلط الضوء على تفاعلات معقدة تحدث ما بين المضيف ومِجْهَرِيَّات البُقْعَة والمُمْرِضات الغازية.

Fucose sensing regulates bacterial intestinal colonization

A Pacheco *et al*

doi:10.1038/nature11623

الوراثة الجزيئية

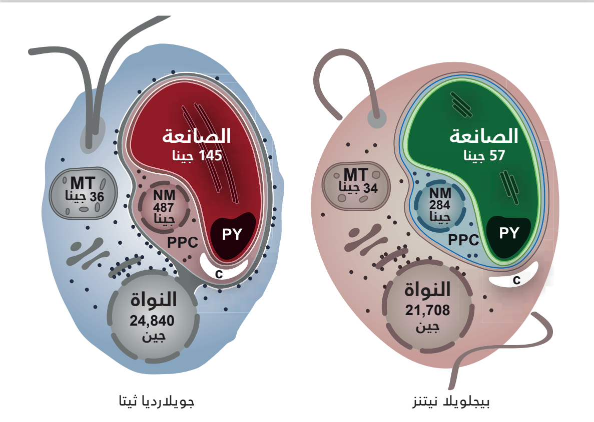
بنية «ريبوسويتشات» بديلة

هناك أيضيات صغيرة، و«لجائن» بمقدورها التأثير على التعبير الجيني عن طريق التقيد بجزء مُشيّد (له بنية) من الحمض النووي الريبي يسمى «ريبوسويتش» riboswitch. وفي حين أنه تم التوصل إلى بنى عديد من نطاقات مستقبل الريبوسويتش، فإن البنية الكاملة للريبوسويتش بنطاق منظِّم لم تحدد بعد. وقد توصل روب باتي وزملاؤه مؤخرًا إلى بنية اثنين من الريبوسويتشات في الكُوبالاَمين (فيتامين ب12)، تتضمن النطاق التنظيمي التالي (النُّزولي). وتحدث عملية التعرف على اللجائن غالبًا كنتيجة للتّامّ الشكلي، بدلاً من الترابط الهيدروجيني الأكثر نمطية.

B12 cofactors directly stabilize an mRNA regulatory switch

J Johnson Jr *et al*

doi:10.1038/nature11607



علم النبات/بيولوجيا الجينوم

اكتشاف تركيب تطوري بجينومات الطحالب

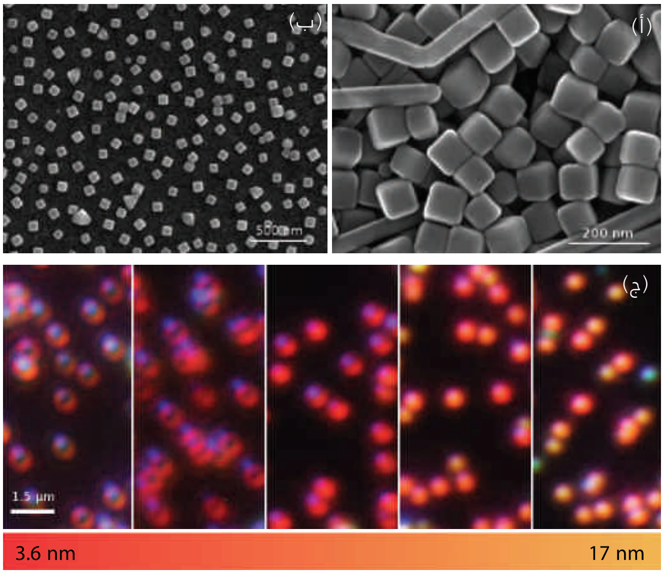
تعرض هذه الورقة متتابعات الجينومات النووية لاثنين من الميكروبات حقيقية النواة وتتمتع بتعقيد وراثي وخلوي، وهما جويلارديا وبيجلوبلا. هذه الطحالب أنواع متعددة في الاكتساب التكافلي الداخلي لعملية التمثيل الضوئي بواسطة الإحاطة بالطحالب «حقيقية النواة»، وبالتالي الحصول على أربعة أنواع من الجينومات: الميتوكوندريا، والبلاستيدات الخضراء، وجينومات نووية ذات أصل مُضيف، وجينومات صغيرة «شبيهة النواة» ذات أصل تكافلي داخلي. وكشفت التحاليل عملية وصل بديلة غير مسبوقة للمتعضي وحيد الخلية، وموزاييك كيميائيا حيويا ووراثيا شاملا، بينما يستمر تحويل جين الميتوكوندريا إلى نواة في كلا المتعضيين، مع توقف تحويل البلاستيد إلى نواة والشبيهة بالنواة إلى نواة، مما يفسر استمرار بقاء شبيهات النواة.

Algal genomes reveal evolutionary mosaicism and the fate of nucleomorphs

B Curtis *et al*

doi:10.1038/nature11681

الشكل أعلاه | بيولوجيا «كريبتوفايت» و«كلورارأكنيوفايت». تتميز طحالب كريبتوفايت المسماة «جويلارديا ثيتا» وطحالب «كلورارأكنيوفايت» المعروفة باسم بيجلوبلا نيتنز، بصانعاتها المحاطة بأربعة أغشية. ففي الكريبتوفايت، يكون غشاء البلاستيد (الصانعة) الخارجي متصلاً بغلاف النواة، ويكون سطحها مرصعًا بالريبوسومات، والتي تعمل على توريد البروتينات مرمزة النواة والمستهدفة للعضيات عبر نقلها بشكل مشترك. وبيْن زوج الأغشية الداخلي والخارجي يقع الحيز المحيط بالصانعة PPC، الذي يحتضن بدوره شبيهة النواة (NM)، وهي النواة المتبقية للمعايش الجواني حقيقي النواة. وتظهر في الشكل أيضاً الأعداد المتوقعة لمورثات بروتين الترميز في الصانعة، الميتوكوندريا (MT)، شبيهة النواة بالإضافة إلى المجينات النووية لـ«جويلارديا ثيتا» و«بيجلوبلا نيتنز». اختصارات أخرى: C، ويقصد بها الكربوهيدرات؛ PY، ويقصد بها البيرينويد.



تقنيات النانو

مكعبات نانوية عن طريق كيمياء سوائل

في تطبيقات فوتونية (ضوئية) عديدة، تتراوح بين أجهزة الاستشعار والأجهزة الحاصدة للطاقة، نحتاج مادة امتصاص مثالية. في السابق، كانت الماصات المثالية للأشعة تحت الحمراء أو المرئية تُصنَّع من خلال الطباعة الحجرية لإنتاج تركيبات منقوشة على أسطح معدنية، لكن تلك الطريقة مكلِّفة وصعبة التوسع. ولذلك.. طوّر أنطوان مورو طريقة بسيطة وجذابة، تنتج مكعبات فضة نانوية عن طريق كيمياء سوائل موزعة بعشوائية عبر سطح ذهبي طُلِي بمادة بوليمر. يعمل كل مكعب كهوائي نانوي لحساب انعكاسية سطح المعدن. تلك المكعبات بسيطة ورخيصة الإنتاج ويمكن بسهولة بسطها ولصقها بالسطح، بحيث يمكن تغطية مساحات كبيرة. وتوفر وسائل سيطرة على لون الضوء المنعكس، وتقترح الاستجابة الضوئية الجيدة لتلك المكعبات إمكانية استخدام تجمعاتها المختلطة المصحوبة بتشتت محكوم الحجم للتحكم في الامتصاص عند الرغبة في ذلك.

Controlled-reflectance surfaces with film-coupled colloidal nanoantennas

A Moreau *et al*

doi:10.1038/nature11615

الشكل أعلاه | مكعبات نانو من الفضة. أ) - ب) صور مجهر مسح إلكتروني لمكعبات نانو من الفضة كما أُنتجت الأشكال في أ)، وبعد الترسيب على غشاء ذهبي بتغطية سطحية 17.1% ومسافات منتظمة بطريقة ملحوظة كما في ب). ج) صور مجالات معتمة على غشاء ذهبي لمكعبات نانوية ممتصة على مُفَسِّح بوليمر نانوي المقياس بطريقة عشوائية، تعرض الضوء المتشتت بواسطة المكعبات النانوية التي تتميز بتغطية سطحية أقل من 1 %. ويتراوح سمك المُفسِّح بين 3.6 و17 نانومترا.

دمج الأسلاك النانوية القابلة للضبط

تبشر الأسلاك النانوية بتطبيقات عديدة في الإلكترونيات والطاقة والتكنولوجيا الحيوية الطبية، لكن الإنتاج الواسع لأسلاك نانوية ذات جودة عالية يمثل عقبة أساسية. لذلك، طوّر لارس صاموِيلسُن وزملاؤه في هذا البحث أسلاكًا نانوية منخفضة التكلفة قائمة على الـ«جاليوم أرسينايد» (GaAs) القائم على توليفة من الهواء المضغوط بإنتاجية أفضل جوهريا من تلك التي حققتها الطرق التقليدية. تُنتج تلك الطريقة أسلاكًا نانوية عالية الجودة بأبعاد قابلة للضبط وخواصًا بصرية جيدة واتساقًا طيفيًا.

Continuous gas-phase synthesis of nanowires with tunable properties

M Heurlin *et al*

doi:10.1038/nature11652

الباثولوجيا الجزيئية

جُسَيْمات NLRP3 الالتهابيّة والأمراض

الجُسَيْمات الالتهابيّة هي مركبات متعددة-البروتينات، تلعب دورا محوريا في المناعة الفطرية. وهنا، يقدم الباحث جيون-شيك لي وزملاؤه دليلا على أن تنشيط الجُسَيْمات الالتهابيّة الحاوية على مستقبل (NLRP3) يُنظَّم بواسطة مستقبِل مُستشعِر للكالسيوم هو CaSR، بواسطة زيادة أيونات الكالسيوم بداخل الخلايا ونقص أُحادِيّ فوسفات الأدينوزين الحَلَقِيّ الخلويّ. تتسبب طفرات الجين المسؤول عن مستقبل NLRP3 في حدوث متلازمات دورية لأمراض مرتبطة ببروتين الكريوبيرين (CAPS)، وهي مجموعة أمراض نادرة ووراثية ذاتية الالتهاب. وتشير هذه النتائج إلى ضلوع أيونات الكالسيوم وأُحادِيّ فوسفات الأدينوزين الحَلَقِيّ في الإصابة بتلك الأمراض. وهذا يقترح مجموعة أهداف جديدة محتملة لعلاجها، وربما لحالات التهابية أخرى متورط فيها جُسَيْم التهابيّ بنفس المستقبل NLRP3، بما فيها النقرس، والنوع الثاني لمرض السكري، وتصلب الشرايين، ومرض الزهايمر.

The calcium-sensing receptor regulates the NLRP3 inflammasome through Ca21 and cAMP

G Lee *et al*

doi:10.1038/nature11588

الإيدز/ العلاج المناعي

تعزيز علاج فيروس عوز المناعة البشرية-1

رغم أن الأجسام المضادة المحيِّدة عمومًا لفيروس الإيدز-1 تبيَّن أنها بطيئة النمو وتوجد لدى قلة من المرضى، إلا أنها قادرة على منع العدوى، ولذا.. تحظى بأهمية عظيمة فى تصميم علاجات فيروس عوز المناعة. وقد أظهر بحث سابق أن بمقدور الفيروس تطوير مقاومة ضد الأجسام المضادة سريعًا، لكنّ أجسامًا مضادة أكثر فعالية صارت متاحة الآن. لذا أجرت ميشيل نوسينزويج وزملاؤها اختبارات لإمكانات العلاج بالأجسام المضادة في فئران محورة بطفرات بشرية. وأظهروا أن العلاج المناعي السلبي بمزيج من الأجسام المضادة المُحيِّدة واسعة نطاق يسيطر بفاعلية على عدوى فيروس الايدز. ويرى المؤلفون أن الوقت قد حان لإعادة النظر في اختبار الأجسام المضادة وَحيدة النَّسيلَة، كعلاجات للمصابين بعدوى فيروس الإيدز.

HIV therapy by a combination of broadly neutralizing antibodies in humanized mice

F Klein *et al*

doi:10.1038/nature11604

الوراثة الجزيئية

آلية التنبيغ الحسي لخلايا الشعر

تقوم خلايا الشعر في الأذن الداخلية بتحويل المنبهات الآلية إلى إشارات كهربائية حاسمة جدًا للسمع والتوازن. وتحتوي هذه الخلايا على أهداب مجسمة غنية بالأكتين ترتبط مع بعضها بخيوط مستدقة الرأس، والتي تشكل بدورها أجهزة التنبيغ (نقل المادة الوراثية بين الخلايا) الميكانيكي. تشكل جزيئات الالتصاق، البروتوكادهيرين-15 والكادهيرين-23 الخيط مستدق الرأس. في هذه الدراسة، يعتمد ديفيد كوري وآخرون على مزيج من التجارب البنيوية والفيزيائية الحيوية لتحديد خصائص رباط الكادهيرين-23 والبروتوكادهيرين-15. يعتبر الرباط متينًا ميكانيكيًا بما يكفي لمقاومة قوى خلايا الشعر، ويتطلب توفر الكالسيوم للحفاظ على الاستقرار. توفر هذه النتائج تبصرًا جزيئيًا لآليات التنبيغ الحسي لخلايا الشعر.

Structure of a force-conveying cadherin bond essential for inner-ear mechanotransduction

M Sotomayor *et al*

doi:10.1038/nature11590

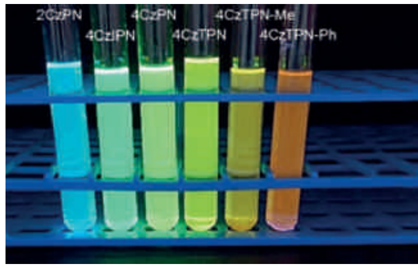


غلاف عدد 13 ديسمبر 2012
طالع نصوص الأبحاث في عدد 13 ديسمبر من مجلة نيتشر الدولية.

الفيزياء

إتاحة جزيئات عضوية خالية من المعدن

إحدى الطرق الناجحة لتحسين كفاءة الصمامات الثنائية العضوية الباعثة للضوء (OLEDs) هي دمج جزيئات متفسفرة معدنية-عضوية إضافية، تعمل عادة بطاقة إكسيتونات "ثلاثية" غير مشعة (الإكسيتونات الثلاثية تمثل 75 % من حاملات الشحنة



المحقونة). ويصف هوروكي أوياما وزملاؤه مؤخرًا استراتيجية بديلة، يتم فيها ضبط الخصائص الإلكترونية للمواد العضوية الخاصة بالمضيف بواسطة تصميم جزيئي لتحقيق صافي النتيجة نفسه، دون الحاجة إلى إضافة كيانات متفسفرة. والأسلوب الجديد يتيح استخدام جزيئات عضوية خالية من المعدن مضيئة كهربيا، حيث يتم فيها تصغير فجوة الطاقة بين الحالات المثارة الأحادية والثلاثية بالتصميم. لذا.. تتحول بكفاءة الإكسيتونات إلى حالات يمكن أن تسهم بفاعلية لانبعاثات كلية. ووصلت أجهزتهم إلى مستويات من الكفاءة بزيادة 19 %، مقارنة بتلك التي تخص الصمامات الثنائية العضوية الباعثة للضوء OLEDs المبنية على المتفسفرات.

Highly efficient organic light-emitting diodes from delayed fluorescence

H Uoyama *et al*

doi:10.1038/nature11687

الشكل أعلاه | سطوع ضوئي من سلسلة (CDCB)كربازوليل دايسايانوبنزين. صورة تحت تشعيع عند 365 نانومترًا.

علم الخلية

تعيين هوية المغزلين الأوسطين

عند نهاية الانقسام الخلويّ في الخلايا الحيوانية، تنقسم الخلية الأم إلى خليتين (ابنتين) من الخلايا، وتُقسَّم الصِّبْغِيَّات المنفصلة في عملية تسمى «الانقسام السيتوبلازمي» *cytokinesis*. ويتحكم مِغْزَل الانقسام (التَّقَتُّلي) في أحداث الانقسام السيتوبلازمي عند غشاء البلازما، لكن الآليات الرابطة لهاتين البِنيتين الكُبْرَيين غير واضحة. في هذه الدراسة، يقدم الباحث مارك بترونسكي وزملاؤه تحليلا بنيويًا ووظيفيًا يعَيِّن هُوِيَّة «المغزلين الأوسطين»، مركب بروتيني في المنطقة الوسط للمِغزَل، لكونه الحلقة المفقودة بين مِغْزَل الانقسام وغشاء البلازما، وهو الرابط الذي يؤمن التشكيل النهائي أثناء الانقسام السيتوبلازمي. تعرّف الباحثون على نطاق في وُحَيْدَة بمعقد «المغزلين الأوسطين» هي «MgcRacGAP»، تعمل كحبل يقوم بربط شحوم الفُسْفُوِيْنُوزِيتيد بغشاء البلازما.

Centralspindlin links the mitotic spindle to the plasma membrane during cytokinesis

S Lekomtsev *et al*

doi:10.1038/nature11773

الكيمياء الحيوية

بنية ناقل البروتين «TatC»

إن مسار نقل توأمي الأرجنين «Tat» هو نظام نقل عام، يقوم بنقل البروتينات المطوية عبر الأغشية. ويوجد في البكتيريا، والعتائق، والبلاستيدات النباتية وبعض الميتوكوندريا. ونظام نقل (Tat) عادة ما يُحتاج إليه أيضًا للإمراض بالبكتيريا، كما أنه ضروري لعملية التخليق الضوئي في النبات. وقد تم عرض البنية البلورية لبروتين «Tatc» ـ وهو بروتين غشائي تكاملي وعنصر جوهري بهذا المعقد ـ بشكل حاسم. وبنية هذا البروتين، من البكتيريا الآلفة لفرط الحرارة «أكويفكس إيوليكوس» *Aquifex aeolicus*، تفتح الطريق لفهم آلية النقل على المستوى الجزيئي.

Structure of the TatC core of the twin-arginine protein transport system

S Rollauer *et al*

doi:10.1038/nature11683

علم الخلية

إنزيم «SIRT2» مُنظّم للموت الخلوي

ينشط لُجين الموت «TNFα» حدوث النخر بواسطة تحفيز تكوين مركب يحتوي بروتين المتفاعل مع المُستقبِل-1 «RIP1» والبروتين المتفاعل مع المُستقبِل-3 «RIP3». في هذه الدراسة، أظهر الباحث فينكل وزملاؤه أن إنزيم «دي أسيتيلاز SIRT2 المعتمد على ثُنائيّ نوكليوتيد النِّيكوتيناميد والأدنين» يرتبط بطريقة تكوينيّة ببروتين«RIP3». وبدون إنزيم «دي أستيلاز SIRT2»، لا يتكون المعقد البروتيني «RIP1-«RIP3» بعد التحفيز بواسطة لُجين الموت «TNFα»، ويُمنَع حدوث النخر. بروتين «RIP1» هو هدف عملية إزالة الأستلة المعتمدة على إنزيم «دي أستيلاز SIRT2»، كما أن أستلته تنظم كلًا من تكوين المعقد البروتيني «RIP1»«RIP3» والنخر المستحَث بلُجين الموت «TNFα». أثناء الإصابة بنقص الأكسجين (إسكيميا) وإعادة ضخه، حيث يسود النخر، تُزال «الأستلة» من «RIP1» بطريقة تعتمد على إنزيم «دي أستيلاز SIRT2». وأظهر الباحثون كذلك أن القلوب الخاوية من إنزيم «دي أستيلاز SIRT2»، أو تلك المُعالَجة بمثبط دوائي له، تكون محمية إلى حد كبير من إصابات الإسكيميا. ولذا.. يعد إنزيم «دي أستيلاز SIRT2» منظما مهما للنخر المبرمج وهدفا دوائيا واعدا في الوقاية من الإصابات النخرية.

The NAD-dependent deacetylase SIRT2 is required for programmed necrosis

N Narayan *et al*

doi:10.1038/nature11700

البيولوجيا الجزيئية

مُعقّدات إضافية ضخمة

كان يُعتقد أن إنزيم الهيليكاز التكاثري الخاص بالفيروس القِرْدِيّ 40 (SV40)، وهو المستضد التائيّ الكبير (T-Ag)، يقوم بتشكيل سداسي مزدوج يُمَرِّر جزيء الحمض النووي (DNA) المزدوج خلال المركز، دافعًا جزيء الحمض النووي فردي-الطّاق المنبسط خارج الجوانب. ومؤخرًا، أظهر يوهانس والتر وزملاؤه أن هذا النموذج غير صحيح، لأن الهيئة الوظيفية تتكون من سداسي واحد. وبشكل مدهش، لم تشكّل البروتينات المرتبطة بالحمض النووي حائلًا دون حركة المستضد التائي الكبير، القادر على عمل صدع فاتح للشكل السداسي؛ لتجاوز المتاريس البروتينية.

Bypass of a protein barrier by a replicative DNA helicase

H Yardimci *et al*

doi:10.1038/nature11730

العلاجات الجزيئية

تصميم عقاقير متعددة الوظائف

يصف هذ البحث نهجًا جديدًا لمشكلة تصميم عقاقير بعدة أهداف، الأمر الذي قد يكون مرغوبًا فيه للوصول إلى انتقائية شديدة الحساسية خلال أهداف العقار الأخرى، أو للحصول على عقار بصيغة معينة ومتعددة دوائيًا. وقد طوَّر الباحثون نهجًا لتصميم آليّ تكيفي لتوليد نظائر، مع إعطاء أولوية ضد مجموعة الأهداف. واختبروا توقعات شملت 800 لجين/هدف محدد سابق. وثبت بالتجربة أن 75 % منها كانت صحيحة، وتم تأكيد الارتباط بالهدف المتوقع لدى الأحياء.

Automated design of ligands to polypharmacological profiles

J Besnard *et al*

doi:10.1038/nature11691

علم الفلك

شريك ثالث في ثنائيات واسعة

تعد منظومات النجوم الثنائية بالغة الاتساع ـ وهي أزواج شديدة التباعد من أنجم مشدودة (لبعضها) بالجاذبية ـ شائعة نسبيا في درب التبانة، لكنها تحدى النظريات الحالية لتشكل النجوم. والمشكلة هي أن تباعدها قد يتجاوز الحجم النموذجي لسحابة الغبار والغاز المنهارة التي تشكلت منها النجوم. وقد أظهرت الأرصاد الحديثة أن الثنائيات بالغة الاتساع كثيرا ما تكون أعضاء بنظم ثلاثية، وأن الثنائيات المتقاربة غالبا ما يكون لديها رفيق ثالث بعيد. وقد كتب بو رايبورث، وسيبو ميكولا تقريرا عن محاكاة الجسم «N-body» للتطور الديناميكي الخاص بنظم ثلاثية وليدة؛ برهن أنه برغم أن الأنظمة الثلاثية تكون متضامة لدى نشوئها، فإنها يمكن أن تطور بِنى شديدة الهرمية على فترات زمنية من ملايين السنين، بينما يتباعد مكون واحد ديناميكيا في مدار بعيد جدا. تأتي طاقة الطرد من تقلص مداري النجمين الآخرين، مما يجعلها أحيانا كثيرة تبدو كأنها نجم واحد. مثل هذه المنظومات الثلاثية مهلهلة الارتباط سوف تظهر وبناء على ذلك.. كما لو كانت ثنائيات واسعة جدا.

Formation of the widest binary stars from dynamical unfolding of triple systems

B Reipurth *et al*

doi:10.1038/nature11662

الوراثة

من أجل تنسيق تحركات البروتين

جسيم التعرف على الإشارة هو بروتين نَوَوِي ريبي لا غنى عنه للتموضع المناسب للبروتينات.. فهو يتعرف على البروتينات المترجمة حديثا

ويرتبط بمعقد سلسلة الريبوزوم الوليدة. تستخدم هذه الدراسة نُهُج الجزيء المفرد لتوضيح الآلية التي يتم بواسطتها تسليم الحمولة من جسيم التعرف على الإشارة إلى قناة «SecYEG» التي تتناول عملية نقل البروتين في الشَّبكَة الهَيولِيَّة الباطِنَة. تقدم النتائج دليلًا لنموذج تعمل فيه جزيئات الحمض النووي الريبي (RNAs) الوظيفية الكبيرة كـ«سقالات» جزيئية لتنسيق تحركات البروتين على نطاق واسع.

Activated GTPase movement on an RNA scaffold drives co-translational protein targeting

K Shen *et al*

doi:10.1038/nature11726

علم الفلك/الفلزات

نظرة جديدة على حديد الفيزياء

صار تفسير بعض البيانات الطيفة الآتية من بعثتي الأشعة السينية المداريتين؛ تشاندرا وXMM— نيوتن معقدا بسبب تناقضات بين النظرية والرصد، تكتنف خطوط الانبعاث من الحديد عالي الشحن «Fe16+» أو أيون الحديد «Fe XVII» السابع عشر. على وجه التخصيص، كثافة خط الحديد الأقوى «Fe XVII»؛ أحد ألمع انبعاثات الأشعة السينية من المجرات والنجوم، إذ هي عمومًا أضعف مما كان متوقعا. وقد قدَّم سفين برنيت وآخرون تقريرا بنتائج التجارب المعملية التي تم فيها توجهو هدف من أيونات الحديد سينيًّا بنبضات تقاس بالفيمتوثانية من ليزر الإلكترون الحر. ووجدوا قوة تذبذب نسبية تختلف بنحو 3.6σ عن أفضل حسابات ميكانيكية كمومية، مما يوحي بأن هذا الاتفاق غير المتكافئ متجذر في حسابات الديناميات الذرية الكامنة وأن نماذج الفيزيائية الفلكية الحالية ليست على خطأ.

An unexpectedly low oscillator strength as the origin of the Fe XVII emission problem

S. Bernitt *et al*

doi:10.1038/nature11627

الفيزياء

مشط تردد وسط الأشعة تحت الحمراء

أمشاط التردد الضوئي هي مصادر الضوء التي تنتج طيفا شبيها بالمشط، ذات أنماط تردد متساوية المسافات، ولها عدة استخدامات في تطبيقات القياس والتحليل الطيفي. ,لنظام وسط الأشعة تحت الحمراء أهمية خاصة لأخذ البصمات الجزيئية، لكن حتى الآن مصادر المشط في نظام الطول الموجي ضخمة، وتعتمد على سلسلة مكونات ضوئية. ومن أجل تطبيقات عملية واسعة، مطلوب ترتيب مضغوط محقون كهربائيًّا. ويعرض أندرياس هوجي وزملاؤه الآن مولد مشط تردد وسط الأشعة تحت الحمراء يعتمد على جهاز شبه موصل، وليزر متتابع كمي متواصل الموجة.

Mid-infrared frequency comb based on a quantum cascade laser

A Hugi *et al*

doi:10.1038/nature11620

الجيولوجيا

تفسير وجود الحديد في أدنى الوشاح

تشير عدة ملاحظات إلى أن إثراء الحديد قد يحدث في قاع وشاح الكرة الأرضية، لكن لطالما ظلت معرفة آلية فيزيائية معقولة لإنتاج مثل هذا الإثراء بعيدة المنال. والآن، يدلل كازوهيكو أوتسوكا، وشون-إيتشيرو كاراتو على أن تلاقي أكسيدي المغنسيوم والحديد (Mg,Fe)الصلبين والسوائل الغنية بالحديد يؤدي إلى عدم استقرار مورفولوجي، نظرا إلى تدرج الجهد الكيميائي؛ مما يسمح للاختراق الفعال من السائل الغني بالحديد أن ينقل في شكل أكسيد. يحسب الباحثون أن مثل هذا الصهير الغني بالحديد قد ينتقل إلى ما يصل إلى مئة كيلومتر من حدود الوشاح، وبذلك يفسر وجود مناطق غنية بالحديد في أدنى الوشاح.

Deep penetration of molten iron into the mantle caused by a morphological instability

K Otsuka *et al*

doi:10.1038/nature11663

الوراثة/ السرطان

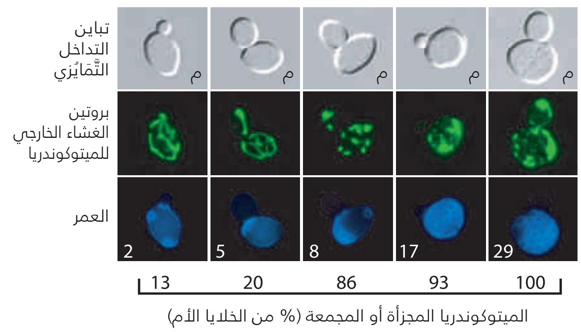
رقعة TEL-ling على بروتين TPP1

البروتين البشري «TPP1» المرتبط بالقُسَيم الطَرَفِيّ الصبغي يرتبط بالحمض النووي (DNA) أحادي الطاق للقُسيم الطَرَفِيّ، وله دور أساسي في حماية نهايات الصبغيات. ويعتقد أنه يجند، وكذلك يحفّز إنزيم التيلوميريز، وهو الإنزيم الذي يَستَنسِخ نهايات الصبغيات. وقد أظهر توماس شيك وزملاؤه باستخدام الطوافر منفصلة الوظيفة للقُسيم الطرفي «TPP1» أن الارتباط بالتيلوميريز و«تقبيع» التيلوميريز وظيفتان مستقلتان. هذه الطوافر تتعرف على رقعة صغيرة من الأحماض الأمينية على سطح القسيم الطرفي «TPP1»، وترمز رقعة «TEL»، المطلوبة لارتباط التيلوميريز وتعزيز عمله هناك. ويحدث فرط تعبير التيلوميريز في عدة سرطانات؛ مما يجعله هدفا رئيسا لتطوير عقاقير مضادة للسرطان. وحيث إنه قد ثبت صعوبة تثبيط التيلوميريز ذاته، فإن رقعة «TEL» تعد هدفًا جديدًا واعدًا مضادا للسرطان، لا يتآلف مع التيلوميريز ذاته.

The TEL patch of telomere protein TPP1 mediates telomerase recruitment and processivity

J Nandakumar *et al*

doi:10.1038/nature11648



البيولوجيا الجزيئية

الاعتلال الوظيفي للميتوكوندريا

تشخص هذه الدراسة الاعتلال الوظيفي للميتوكوندريا، بسبب زيادة مؤشر الحموضة والقلوية «pH» الفجوي كعامل محدد للعمر في خميرة الخبز «Saccharomyces cerevisiae». وتبين أن الحموضة الفجوية تنخفض بمرور الوقت، لكن تتم إعادة تعيين مؤشر الحموضة والقلوية في الخلايا الوليدة بإمكانات عمر كامل. وتقييد السعرات الحرارية يزيد الحموضة الفجوية عبر المسارات المحفوظة المستشعرة للمغذيات، وكلاهما يعزز تمديد العمر، ويكبت الاعتلال الوظيفي للميتوكوندريا. وتبدو التبدلات في الحموضة مُعوِّقة لعمل الميتوكوندريا من خلال الحد من تخزين الأحماض الأمينية في «اللُّمْعَة» lumen الفجوية. وتشير هذه النتائج إلى آلية محتملة، قد يتلاقى بواسطتها الحمض الأميني ومحدودية الجلوكوز لتقنين العمر.

An early age increase in vacuolar pH limits mitochondrial function and lifespan in yeast

A Hughes *et al*

doi:10.1038/nature11654

الشكل أعلاه | كبت خلل الميتوكوندريا الوظيفي بسبب العمر باستخدام فرط تعبير بروتين «VMA1». انقسامات العمر مُبَيَّنة عند أسفل كل اللوحات، ويمثل العمر الدقيق لخلايا شابة (0-5)، ومتوسط العمر لخلايا أكبر سنًّا، كما يحدده تلون ندبات البرعم بصبغة الكالكوفلور. (ن)=30 لجميع النقاط الزمنية. وتُعرض صورة مُمثِّلة لكل نقطة زمنية. تمثل (م) الخلية الأم. ويمثل «DIC» قيمة تباين التداخل التَمَايُزيّ. ومورفولوجيا الميتوكوندريا في الخلايا الهرمة تُعبِّر عن بروتين الغشاء الخارجي للميتوكوندريا «Tom70–GFP».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة/ آفات النبات

جين مقاومة جديد في فول الصويا

تمثل الدودة المدورة لكيس فول الصويا تهديدًا مستمرًّا لمحاصيل فول الصويا على مستوى العالم. وقد استنبتت أصناف مقاومة، لكن آليات المقاومة غير معروفة. ومؤخرًا، قام شيمنج ليو وآخرون بتشخيص هوية جين يمنح مقاومة طبيعية ضد الدودة المدورة. يقوم هذا الجين بترميز إنزيم «ناقلة الهيدروكسي ميثيل» للحمض الأميني «سيرين» serine، وهو المسؤول عن التحويل المتبادل للحمضين الأمينيين «سيرين» و«جلايسين» glycine، كما أنه ضروري للاستقلاب الخلوي أحاديّ الكربون.

A soybean cyst nematode resistance gene points to a new mechanism of plant resistance to pathogens

S Liu *et al*

doi:10.1038/nature11651

علم الخلية/ البيولوجيا الجزيئية

دور تغير بنية بروتين اليوبيكوتين المتعدد

التعديل الذي يحدث بواسطة البروتين، أو بواسطة اليوبيكويتين، ينظم عمليات بيولوجية عديدة. يقترن اليوبيكويتين مع ركائزه إما وحيدًا، أو كسلاسل بَلْمَرِيّة. وتأتي هذه السلاسل بهيئات مختلفة مع أنواع ارتباط متميزة، فمثلًا بواسطة ثماليات Met1 أو Lys48، Lys63، اعتمادًا على الوظيفة الخلوية المتصلة. وفي هذه الدراسة استخدم الباحث كوماندر وزملاؤه مقايسات الجزيء المفرد «FRET» لاستكشاف الديناميات التكوينية (الهَيْئِيّة) لسلاسل اليوبيكويتين. وتشير النتائج إلى أن الاختيار التكويني آليه مهمة للتعرف على السلسلة بواسطة نطاقات الارتباط باليوبيكويتين، وإنزيمات «دي يوبيكويتينازيس»، مما يشير إلى أن العوامل التي تؤثر على هيئة وديناميات سلسلة اليوبيكويتين قد تعمل كمنظمات لنظام اليوبيكويتين.

Ubiquitin chain conformation regulates recognition and activity of interacting proteins

Y Ye *et al*

doi:10.1038/nature11722

علم الأعصاب

دور التّغضُّنات العصبونية

تّغضُّنات الخلايا العصبية (العصبونات)؛ وهي نتوءات بهذه الخلايا تشبه الأغصان، تُشاهد بشكل متزايد باعتبارها أكثر من مجرد متكاملات غير فاعلة للمدخلات المَشْبَكِيّة، لكن حقيقة ما إذا كانت خصائصها الكهربائية اللاخطية تلعب دورًا بداخل الأحياء لا تزال غير واضحة. ومؤخرًا، سجّل جيف ماجي وزملاؤه تغضنات عصبونات قشرية من فئران منخرطة في تَمَوْضع أشياء باستخدام حركات نَظْمِيّة (إيقاعية) لسلك تماس تعرف بالخفقان، وبينوا أن النشاط الحسي المستحث للتّغضُّنات يعتمد على مدخلات من القشرة (الدماغية) الحركية المجاورة. وتبين النتائج أن تكامل التغضُّنات اللاخطي النشط في العصبونات القشرية أمر جوهري؛ لإنتاج عمل حسابي متصل بالسلوك؛ لتكامل المعلومات الحسية والحركية.

Nonlinear dendritic integration of sensory and motor input during an active sensing task

N Xu *et al*

doi:10.1038/nature11601

الوراثة الجزيئية

تقنين تعديل الكروماتين

تعديل الكروماتين هو عملية تقوم فيها بروتينات الحركة المعتمدة على أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) بنقل أو تفكيك الجُسيمات النووية، فمثلا، كي تتمكن عوامل النسخ من الوصول إلى مواقعها المقيدة للحمض النووي (DNA) أثناء التعبير الجيني. وفي هذه الدراسة، يعرف الباحثان سيدريك كلابيير، وبرادلي كيرنز نطاقين، أو منطقتين تنظيميتين منفصلتين على بروتين «ISWI» بذبابة الفاكهة، وهو معقد بروتيني يُعدّل من الجسيمات النووية. أحد النطاقين ينظم سلبا التحليل المائي لأدينوسين ثلاثي الفوسفات، والآخر ينظم سلبا اقتران التحليل المائي لأدينوسين ثلاثي الفوسفات بنقل المُنتج للحمض النووي (DNA). وتنشِّط الحَاتِمات بالجسيمات النووية المُعَدِّل بتثبيط هذه النطاقات التنظيمية السالبة، ضامنة أن التعديل يحدث فقط في سياق الكروماتين الملائم.

Regulation of ISWI involves inhibitory modules antagonized by nucleosomal epitopes

C Clapier *et al*

doi:10.1038/nature11625

البيولوجيا الجزيئة

أهداف جديدة لمُضادّات الالْتِهاب

السيتوكينات، هي بروتينات جائلة تنشّط الجهاز المناعيّ، وتقوم أيضًا بتعطيل وصّلات ما بين الخلايا كما أنها تستطيع أن تشّن حدوث الوَذَمة بالأنسجة، وكذا تدميرها. وتبين هذه الدراسة أن بالإنسان، في نموذج الخلية البطانية في المختبر، أن الآثار المُعطلة لأحد تلك السيتوكينات، وهو «إنترلوكن1-بيتا»، تحدث باستقلال عن المعقد البروتيني «NF-KB». وبدلاً من ذلك، تعتمد على مسار جديد «غير مشروع» يكتنف إنزيمات «جي تي بازيس» GTPases، بداخل الخلايا والتي تنظم حركة مرور بروتين «كادرين» cadherin والتفاعلات بين الخلايا. إن استهداف هذا التتابع الإشاري في نموذج حيواني لدراسة التهاب المفاصل يمنع حدوث التعطيل عبر السيتوكاين لعوائق الخلايا البطانية ويحدّ من تلف الأنسجة.

Interleukin receptor activates aMYD88–ARNO–ARF6 cascade to disrupt vascular stability

W Zhu *et al*

doi:10.1038/nature11603

البيئة/ علم المناخ

ارتباط تساقط الثلوج بالقطب الجنوبي

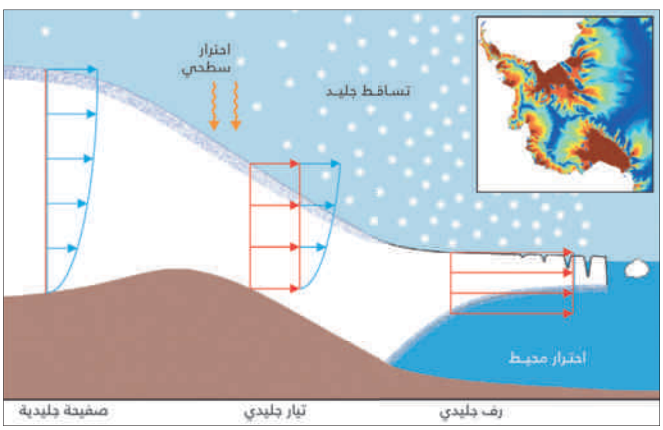
تتوقع النماذج المناخية أن القارة القطبية الجنوبية سوف تكتسب كمية جليد كبيرة من خلال تساقط إضافي للثلوج بسبب الاحترار، مما يحسن قدرة الغلاف الجوي على حمل الرطوبة. والأمر الأقل وضوحا هو مسألة كم الجليد الذي قد تفقده في الوقت نفسه، وما هو تأثير ذلك إجمالا على مستوى سطح البحر. وهنا بيّنت ريكاردا فينكلمان وزملاؤها أن زيادات تصريف الجليد الناجم عن التغيرات في ديناميات الجليد من المرجح أن تضيع ما بين 30 ـ 65 % من الزيادة المكتسبة في الجليد الناجمة عن تساقط الثلوج. تتنبأ نماذج الباحثين بخسارة في الجليد تصل إلى 1.25 متر في عام 2500، حسب أقوى سيناريوهات الاحترار، وارتفاع قوي بمستوى سطح البحر يقابل الإسهام السلبي المحتمل لمستوى سطح البحر في العالم من زيادة الغطاء الجليدي بالقطب الجنوبي.

Increased future ice discharge from Antarctica owing to higher snowfall

R.Winkelmann *et al*

doi:10.1038/nature11616

الشكل أسفله | الآليات الرئيسة لديناميات فقدان الجليد. شكل مفاهيمي يصور التأثيرات القسرية المختلفة التي تعمل على الغطاء الجليدي. الخريطة الركنية، محاكاة مجال سرعة الغطاء الجليدي للقارة القطبية الجنوبية في الوقت الحاضر بواسطة PISM-PIK Model، الذي يصوغ نماذج أنظمة التدفق المختلفة في الغطاء الجليدي، وفي التيارات، وفي الرفوف بطريقة متسقة. يسمح هذا الأمر بالانتقال من تدفق يسوده القص الرأسي للجليد الأرضي إلى تدفق يسوده انتشار الرفوف الجليدية. والمدى الناتج في سرعة الجليد يستغرق فيما من عدة رتب، ويقارب بيانات الرصد. وملامح السرعة موضحة كخطوط زرقاء لتدفق يسوده القص الرأسي وخطوط حمر لتدفق يسوده الانتشار.



مهن علمية

اكتشاف الدواء تستعين الصناعات الدوائية بالأكاديميين؛ لمعالجة مشكلات اكتشاف الدواء ص. 83

نقطة تحول حوار مع سارة أسيجو رائدة تحديد عمر الجليد باستخدام النظائر ص. 87

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: www.naturejobs.com



C. J. BURTON/CORBIS

الأكاديمية

خارج دائرة الوظائف الثابتة

الرغبة في تحقيق أهداف شخصية، والهروب من ضغوط التعليم الجامعي، أو الخروج من دوامة المطالبة بمنح تمويلية، تُقنع بعض الأساتذة الجامعيين الأمريكيين بالتخلي عن أمان المناصب الثابتة.

كِندال باول

على شاطئ مانتولوكنج في نيوجيرسي في صيف 2011، امتدت أمام كولن بِرينتون احتمالات طلبه إجازة من وظيفته بالتعليم الجامعي. بِرينتون ـ الذي كان حينها عالِمَ أحياء تطورية في سوارثمور كوليدج ببنسلفانيا ـ كان ينوي البقاءَ في الحرم الجامعي، وكاد يصاب بالدُّوار لدى تفكيره بجميع المشاريع البحثية التي كان قد خطَّط لها قبل تخرجه من الجامعة ـ قبل أن تقطعها أيّ واجبات تدريسية أو خدمية ـ ولم تُحَقَّق، ثم هزَّه خاطِرٌ فاجأه، كضربة بكتاب من 600 صفحة، لم يشعر حينها بالرغبة في العودة إلى تلك الواجبات عند انتهاء العام الجامعي، بعد أن قادته إلى الكثير من الليالي البائسة والتوتر العائلي.

في اليوم التالي، سأل بِرينتون زوجته ـ المعيل الرئيس للعائلة ـ عن رأيها في تقديمه استقالته من وظيفته؛ وملازمته المنزل لرعاية ولدَيهما. كانت الزوجة تحلّ أحجية سودوكو، فنظرت إليه وأجابت: «افعل ما يحلو لك». ومما سهَّل على بِرينتون قراره.. المعاناة التي كان يعانيها في الجامعة؛ فترك وظيفته التي ثُبّت فيها، وسنواته الأربعة عشر التي أمضاها في سوارثمور.

وبالنسبة إلى عديد من العلماء في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث يشيع التثبيت الوظيفي على نحو يفوق غيرها من الدول، يأتي هذا القرار مصحوبًا بقلق أشدّ بكثير؛ فَتَرْكُ هؤلاء العلماء مراكز وظيفية، جاهدوا عقودًا من الزمن لبلوغها ـ في الغالب مرغوبة بوصفها ذروة الإنجاز الأكاديمي ـ يشكِّل خطوة عظيمة. هذه الخطوة أيضًا قد تترك زملاءهم في العمل مندهشين وغيورين ومتألِّمين، وقد تدفعهم أحيانًا إلى التفكير في الأسوأ، فيتبادر إلى مخيلتهم أن الأستاذ الذي ترك وظيفته أساء السلوك في البحث العلمي، أو وقع في علاقة غرامية مع أحد الطلاب، أدَّت إلى استقالته من مركزه. ومن خلال مقابلات أجرَتها «نيتشر» مع أساتذة جامعيين تركوا مراكزهم الوظيفية الثابتة في العقود الماضية، وجدَت المجلة أن أسباب اتخاذهم هذه الخطوة تُراوح ما بين الأسباب الشخصية البحتة ـ عدم وجود فرص للزواج في مدينة جامعية صغيرة ـ إلى الأهداف الأسمى، المتمثلة في صوغ السياسة العلمية، أو التعليمية الوطنية.

معظم الأساتذة الجامعيين الذين قابلَتهم «نيتشر» تقريبًا أرادوا العيش في مكان أنسَب، ما يُعَدّ مؤشرًا إلى أن وجهة النظر القائلة إن على الأكاديميين «الذهاب إلى ◄

حيث توجد الوظائف» ـ وهي وجهة نظر عفا عليها الزمن ـ قد لا تُحقّق رضا وظيفيًّا طويل الأمد. وقد سعى بعض الذين تركوا وظائفهم التعليمية الثابتة إلى تعزيز التوازن بين عملهم وحياتهم العائلية، أو هم أرادوا العيش في بيئة أفضل للبحث العلمي. وشدَّد معظمهم على أن زملاءهم في العمل لم يدفعوهم إلى المغادرة، بل على العكس من ذلك.. كان رفاق القسم الموهوبين الشغوفين يلقَون بالغ التقدير، لكن الدليل واضح.. «التخلي» عن التثبيت الوظيفي الذي كافح هؤلاء لنَيله هو بالفعل الخطوة الصحيحة في نظر بعضهم. وفيما يلي، يشرح أربعة باحثين أسباب سعادتهم بتخليهم عن تلك المراكز الوظيفية المرغوب فيها.

الأعباء التدريسية الزاحفة

انبثق تفكير برِينتون في ترك سوارثمور من مناقشات حول كيفية مجاراة المتطلبات التدريسية والتوجيهية لقسم تتزايد أعداد الطلاب المنتمين إليه بسرعة. يقول برِينتون: «كان قسمنا يتفاخر بتحويله طلابنا إلى مُحِبِّين لعلم الأحياء لآخر يوم في حياتهم».



«لقد كان القرار الذي اتخذته بترك العالَم الأكاديمي صعبًا جدًا، ومازلتُ أتصارع معه»
كريستوف كوش

في بداية سنة 2011، سلَّم أعضاء هيئات تدريس في جامعات أخرى تقريرًا فيه مراجعة للنشاطات التي قام بها قسم علم الأحياء في جامعة سوارثمور خلال عشر سنوات. وأظهر التقرير الكمَّ المتنامي للعمل مع زيادة متطلبات الطلاب، مما أدى إلى كثرة المقررات الدراسية النظرية والمخبرية، وتزايد الطلب على رسائل توصية، وعلى الاجتماعات بالطلاب، وازدياد ساعات البحث العلمي والتوجيه في فصل الصيف، والوقت الإضافي المستنفَد في التسهيل على الطلاب ذوي الاحتياجات الخاصة.

أمضى برِينتون، المحاضر شديد الحساسية، أيضًا ساعات في تصفُّح مواقع على شبكة الإنترنت، مخصَّصة لإعداد مقررات تعليمية تفاعلية، مثل موقعَي «بلاكبورد»، و«موودل». كان برِينتون يحب التدريس، إلا أن الإعداد له، والأعمال المكتبية التي يتطلبها كانا يغرقانه، (وفي هذه السنة، قررت سوارثمور التخفيف من الأعباء التدريسية في كلياتها، بخفض المقررات التعليمية من خمسة مقررات في اليوم إلى أربعة).

زوجة برِينتون طبيبة ومحلِّلة لبيانات السلامة في شركة عالمية لصناعة الأدوية ـ شركة «جونسون آند جونسون» ـ في هورشام ببنسلفانيا، والوقت المتاح لها كي تصل إلى مقر عملها هو ساعة واحدة، ومركزها الوظيفي المتقدّم يعني أنها «متصلة بعملها» على مدار الساعة تقريبًا، ما يجعل من برِينتون الوالد الأساسي الراعي لابنتهما (التي تبلغ الآن من العمر 12 سنة)، وابنهما (14 سنة). بينما كانت زوجته تعتلي السلَّم الوظيفي في الشركة، وتزداد مسؤولياته الإدارية والتدريسية، أصبح الوضع غير محتمل؛ حيث يَصِفه برِينتون بالقول: «كانت الأمور تسير، لكنها لم تكن ممتعة».

حين استقال من منصبه في سوارثمور الخريفَ الماضي، لم يصدّق عدد كبير من زملائه ما حدث، وما زال بعضهم يسألونه ـ حين يلتقي بهم في الطريق ـ عن أوان عودته من «إجازته». يقول برِينتون إن عديدًا من الأساتذة في العالَم الأكاديمي يستطيعون إيجاد «توازن مستدام سعيد»، ولكن دائمًا ما تكون زوجاتهم لديهن جدول أكثر مرونة يتيح التواجد بالمنزل. وقد لا يكون لديهم أولاد، وربما يكون لديهم أولاد، ولكنهم قد بلغوا بالفعل. ويضيف قائلاً: «كان من الصعب عليَّ إيجاد ذلك التوازن في قسم، كان كل مَن فيه على شفير الجنون، حتى حين كانت ظروف معظمهم أنسَب من ظروفي المنزلية».

يحذِّر برِينتون العلماء الشبّان من أن المراكز الوظيفية الثابتة تتطلب تضحيات شخصية، لا سيما في حالة عمل الزوجين. يقول: «لم يكن لدى أيٍّ من الأساتذة في سوارثمور متَّسع من الوقت في المختبرات، يمضونه في الاطلاع على التحديثات الأخيرة للمشاريع العلمية، أو النظر في البيانات، أو وضع رسم تخطيطي؛ وكان يختار عددٌ كبير من أعضاء هيئة التدريس الذهاب إلى الجامعة في عطلات نهاية الأسبوع، أو ليلاً، وقد فعلتُ الأمر نفسه أيضًا حين كان ولداي أصغر سنًّا من أن يهتمّا».

تسلُّق القِمَم

كريستوف كوش، عالِم ريادي في دراسة الوعي، أمضى جزءًا كبيرًا من السنوات الخمس والعشرين الماضية معتقدًا أنه لن يغادر مكتبه في «معهد كاليفورنيا للتقنية Caltech» في باسادينا إلا محمولاً. فقد كان يعشق نمط الحياة الأكاديمية المحضة، والعمل مع الطلاب الأذكياء والعقول العلمية الفذّة، وقيادة مجموعة من 25 شخصًا، ونشر بحوث علمية عظيمة الأثر.

في عام 2011، تزامن انفصاله عن زوجته مع رغبته في خوض تَحَدٍّ جديد، وتغيير الأوضاع. يقول كوش: «بصفتي متسلِّق جبال، أقول إنني أبحث عن «أنّا بورنا جديدة»»، مشيرًا إلى قمة جبلية سيئة السمعة في نيبال، علوّها 8,091 مترًا.

ويضيف كوش: «لقد كان القرار الذي اتخذته بترك العالَم الأكاديمي صعبًا جدًّا، وما زلتُ أتصارع معه»، لكن معهد (آلن) لعلوم الدماغ في سياتل بواشنطن بحاجة إلى رئيس علمي يرأس 250 باحثًا، عملوا عشر سنوات لتحديد العمليات الداخلية في القشرة الدماغية البصرية للفئران، بتمويل أساسي قدْره 300 مليون دولار أمريكي. وقد شعرَ كوش أن هذه المنظَّمة كانت تُقدِّم له أسلوبًا جديدًا لممارسة العلوم العصبية.

يقول كوش: «هذا شيء لن تستطيع القيام به في الجامعات»، وهو يرى أن المتخصصين في العلوم العصبية في العالَم الأكاديمي يميلون إلى معالجة المسائل في وحدات مخبرية صغيرة للأبحاث، وليس في مشاريع تُنفِّذها فِرَق كبيرة، ويرى كوش أن هذا الأسلوب يكافئ على الاكتشافات الفردية، إلا أنه يقدّم طرائق قليلة لدمج المكتشَفات في قوالب شاملة.

يشير كوش إلى أن «هذه النقلة حدثت قبل 50 سنة في الفيزياء. إنه تَحَدٍّ عظيم، قد يبوء بالفشل في العلوم العصبية». وفي النهاية، فالابتكار هو ما يؤمن النشر وشهادة الدكتوراة والمِنح التمويلية، والتثبيت الوظيفي في التعليم الجامعي. يقول كوش مشيرًا إلى الدماغ على وجه الخصوص: «لا أعتقد أن النظام الأكاديمي معطَّل، فهو يقدّم إجابات مذهلة، إنه فقط بحاجة إلى استكمال عند تعامله مع أمور معقدة؛ لا يمكن تصوّرها».

كان اليومَ الأخير لكوش في عمله في باسادينا هو الثامن من أبريل. ويعلِّق على الأمر مداعبًا: «ستجرّدني (كالتك) من رداء سوبرمان، وسأصبح مجرد رجل فانٍ غير مثبَّت في وظيفته، كغالبية البشر على هذا الكوكب». ويضيف أن الجامعات قد تستفيد من قدْر أكبر من المحاسبة على المواعيد النهائية والأحداث المهمة، كتلك التي سيتوجب عليه الالتزام بها في عمله في معهد (آلن) على إصدارات البيانات على شبكة الإنترنت. وفيما يتعلق بتخليه عن تثبيته الوظيفي، يقول كوش: «أنا أهوى المخاطرة». لقد آن الأوان لتسلق قمة جديدة.

وقت للبحث العلمي

حين تبوّأت عالِمة الرياضيات يوجيني هنسيكر منصبًا تدريسيًّا تنافسيًّا في جامعة لورانس في آبلتون بويسكنسن، مباشرةً عقبَ إنهائها أطروحتها للدكتوراة، لم تتخيل أنها ستشتاق إلى بحثها العلمي إلى هذا الحد.

وبعد خمس سنوات، وفي الوقت الذي أصبحت فيه هنسيكر حاضرة للتثبيت الوظيفي في جامعة لورانس، أدركت أنها كانت تريد فعليًّا منصبًا في جامعة تركِّز على البحث العلمي. تقول: «بما أن وظائف التدريس الجامعي لا تبقى شاغرة، كانت هذه الوظيفة جيدة نوعًا ما، لكن لم يكن بمقدوري العمل على بحثي العلمي بالقدر الذي أردتُه، لأنه لم يكن هناك خِرِّيجون»، وهو أحد متطلبات عملها على معادلات تفاضلية جزئية صعبة، قد تصوغ تطوّر العمليات أو الجُسَيمات في النُّظم الفيزيائية أو البيولوجية؛ إذ تشتهر هذه المعادلات بصعوبة حلّها.

كانت هنسيكر تعلم أن التثبيت الوظيفي من شأنه أن يُعزِّز مكانتها في سوق الوظائف، لكنها تقول إن ما يتوجب عليها القيام به للحصول على التثبيت الوظيفي في جامعة للآداب والعلوم، والتقدم إلى وظيفة بحثية كانا (متعارضَين تمامًا). ولذلك ركَّزت هنسيكر أولا على طلبها للتثبيت في وظيفتها التدريسية في جامعة لورانس. وفور حصولها على طلبها، بدأت في جمع موادها البحثية؛ للبحث عن وظيفة أخرى.

في سنة 2005، وبينما كانت هنسيكر تقوم بجولة شهر العسل في إنجلترا، رصدت إعلانًا عن وظيفة شاغرة في جامعة لوفبورو في المملكة المتحدة. وحين سألت أصدقاء بريطانيين لها عن تلك الجامعة، أجابوا بما يودّ كل عالِم رياضيات أن يسمعه: «إنها جامعة معروفة بنشاطاتها الرياضية!». وقد تقدَّمت إلى الوظيفة بدافع من حَدسها تقريبًا، وفوجئت بأن المعنيين بالأمر حدَّدوا لها مقابلة، ثم تقدَّموا بعرض وظيفي. حدث ذلك كله حتى قبل أن تجهِّز طلباتها للتقديم بالجامعات الأمريكية.



«في السنوات العشر الماضية، اتضح لي أكثر فأكثر أن قراري كان صائبًا»
جاكي ينج

كان العبء التعليمي في جامعة لوفبرو أخفّ من جامعة لورانس، وشبيهًا بعبء المناصب البحثية الجامعية في الولايات المتحدة، لكن مع فارق جوهري وحيد، تقول عنه هنيسكر: «لقد كنتُ أدرك أنه سيتوجب عليّ المرور بمراحل التثبيت الوظيفي من جديد في الولايات المتحدة؛ أمّا في المملكة المتحدة، فهناك فترة اختبار مدتها ثلاث سنوات، والتوقعات واضحة جدًّا».

كانت هنسيكر ستُعيَّن في منصب دائم، بشرط أن تنشر بحثًا علميًّا واحدًا تقريبًا في السنة، وحصولها على تقييمات تعليمية حسَنة من الطلاب، وأن تؤدي حصَّتها من الواجبات الإدارية، كخدمة المجتمعات البحثية.

لا تشعر هنسيكر بالندم لاقتناصها هذا المنصب في لوفبره، وهي حاليًّا عاكفة على بحثها العلمي الخاص، إلى جانب إشرافها على ثلاثة طلاب في مرحلة الدكتوراة.

تقول هنسيكر: «أنا سعيدة جدًّا هنا، بعد أن حصلتُ على وظيفة جيدة مثل وظيفتي السابقة. لِمَ أخوض مراحل التثبيت الوظيفي من جديد؟»، وتتابع هنسيكر بقولها إن عدم وضوح

ALLEN INST. FOR BRAIN SCIENCE

IBN

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المتطلبات للحصول على التثبيت الوظيفي في الولايات المتحدة الأمريكية أزعجها جدًّا، «لقد كنت أشعر بالقلق حيال أيّ أمر بسيط قد يعوِّق الأمور، ويطيح بقرار تثبيتي».

أتعبتها مطاردة المِنَح

في سن السادسة والعشرين، أصبحَت جاكي يِنج أستاذة في الهندسة الكيميائية في معهد ماساتشوستس للتقنية بكمبريدج. وفي سن الخامسة والثلاثين، أصبحت أستاذة جامعية مثبّتة بدوام كامل، ونجمًا صاعدًا في حقل المواد النانوية، وصاحبة أبحاث غزيرة التمويل، لكن نظرًا إلى أن مجموعتها من الباحثين كانت كبيرة ومتنوعة، فقد انصبّت طاقتها بشكل شبه كامل على التقدم بطلبات لجهات مانحة؛ لتواصِل تمويلها. كانت يِنج تُمضي في عملها ما بين 75 و80 ساعة في الأسبوع، وظلّت تكافح لإيجاد وقت للنشرة الدورية التي كانت تُعِدّها، ولمساعدة الطلاب في إنهاء أطروحاتهم العلمية. ومع ذلك أحبَّت يِنج العالَم الأكاديمي، ولم تكن تسعى إلى تغيير وظيفتها، إلى أن برزت فرصة استثنائية.

في عام 2002، عرَض عليها فيليب ييو ـ رئيس مجلس إدارة وكالة العلوم والتقنية والبحث العلمي في سنغافورة (A*STAR) حينها ـ أن تدير معهد الهندسة الحيوية وتقنية النانو الجديد. كانت ينج قد عاشت طفولتها في سنغافورة، وتعلم أنها مدينة عالمية يعيش فيها 5.3 مليون نسمة، 38% منهم مغتربون من أنحاء أخرى من العالم.

اصطحب ييو الأستاذة يِنج إلى سنغافورة، وأطلعَها على موقع الحفريات الضخم، الذي كان سيصبح «بيوبولس Biopolis» مجمّعًا من 9 مبانٍ، يضمّ مختبرات عامة وخاصة، وطاقم عمل من أكثر من 2000 شخص، من بينهم باحثون علميون. إن حكومة سنغافورة تتسم بالطموح، وتُركّز على النتائج، وهي ـ على حدّ قول ينج ـ «حين تريد القيام بشيء، تكرّس الموارد لتنفيذه». وحين تلقَّت ينج عرض ييو، كانت تعلم ما سيحدث في الولايات المتحدة: كان التمويل الأمريكي للباحثين الأفراد يتناقص بتنامي المنافسة بينهم وتضيف ينج: «في السنوات العشر الماضية، اتضح لي أكثر فأكثر أن قراري كان صائبًا؛ فقد أصبح معدَّل طلبات المنح المقبولة منخفضًا جدًّا».

وبوصفها المديرة التنفيذية لمعهد الهندسة الحيوية وتقنية النانو، تُمضي ينج وقتًا في العمل على مقالات الدورية العلمية، والتشاور مع مجموعتها من الباحثين، أطول من الوقت الذي كانت تمضيه في معهد ماساتشوستس للتقنية، بالرغم من عملها الإداري. وهي تُدير مشاريع بحثية، كتطوير معدات اختبار تشخيصية مستندة إلى بحوث علمية، تعمل كاختبارات الحَمْل المنزلية، لمراقبة مستوى الجلوكوز أو الكوليسترول، أو الالتهابات، مصرحةً: «إن منهجيتنا في بناء مجموعاتنا البحثية تتمحور حول المشكلة، بدلاً من تمحورها حول الباحث الرئيس».

وتذكر يِنج أنها حين تركت معهد ماساتشوستس للتقنية سنة 2003، اعتقد الناس أنها مجنونة، «ولكن ثمة مِهنة طويلة الأمد كانت تنتظرني». لقد أتاح لها التمويل المضمون في معهد الهندسة الحيوية وتقنية النانو متابعة مشاريع بحثية متعددة التخصصات، ذات تطبيقات في عالم الواقع.. فقد نتجَ عنها أكثر من 120 براءة اختراع. تقول يِنج: «لقد اعتقدتُ فعلاً أنها خطوة مهنية مهمة جدًّا، ستغيّر أسلوبي في البحث العلمي، وفي الحياة كلها». ■

كندال باول: كاتب علمي يعيش في لافاييت، في كولورادو.



IMAGES.COM/HELIX

اكتشاف الدواء

يدُ المساعدة

يستعين مجال الصناعات الدوائية بشكل متزايد بالأكاديميين؛ لمعالجة مشكلات المراحل الأولى لاكتشاف الدواء.

تريشا جورا

عندما أنشأ عالِم الأعصاب مارك زيلكا مختبره منذ ستة أعوام بجامعة نورث كارولاينا بمدينة تشابل هيل، لم يكن يفكر آنذاك بتخليق الكيماويات، لكنه كان مهتمًّا بمحاولة تحديد الجزيئات التي تنتجها الخلايا العصبية المسؤولة عن الشعور بالألم، وكيفية عمل تلك الجزيئات، إلا أنه اكتشف بعد ذلك طريقة لتخفيف الألم عن طريق الاستعانة بمادة كيميائية مناهِضَة لمستقبلات الأدينوزين. ولسوء الحظ، فإن مطوِّري الأدوية كانوا قد اختبروا تلك المواد المناهِضة لمستقبلات الأدينوزين؛ ووجدوا أنّ لها آثارًا جانبية بالغة الخطورة على الجهاز القلبي الوعائي، مثل إبطاء معدل ضربات القلب، والتسبب في انسدادات تمنع انتظام تلك ضربات. فكر زيلكا في تعديل التركيب الجزيئي لتلك المادة المناهضة؛ كي لا تُحدِث الآثار الجانبية المذكورة، إلا أنه لم تكن لديه الخبرة اللازمة بعلم الكيمياء الدوائية لتنفيذ تلك الفكرة، وهو أحد جوانب العلوم الذي لم يمنحه إيّاه التدريبُ الخاص بعلم الأعصاب.

ولهذا السبب.. استعان بستيفن فراي، الذي تم تعيينه من قِبَل مبنى الأبحاث المجاور التابع لشركة «جلاكسو سميث كلاين» للأدوية في واحة مثلث البحوث بنورث كارولاينا في عام 2007، ليدير مركزًا جديدًا للبيولوجيا الكيميائية التكاملية واكتشاف الأدوية، بجامعة نورث كارولاينا. واكتشف فراي طريقة لصنع تركيب معدَّل لجزيئات المادة المناهِضَة، التي استخدمها زيلكا بعد ذلك لجمع بيانات مبدئية تُظهِر أن هذه المادة يمكن استخدامها لتسكين الألم، بدون إحداث أيّ آثار جانبية للنظام القلبي الوعائي. وحصل هذا الثنائي على منحة من المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة بمدينة بيثيسدا في ولاية ميريلاند. وحاليًّا، يتعلم زيلكا على عجالة ـ بمساعدة فراي ـ مهارات اكتشاف الدواء، ويقول إنها تختلف كثيرًا عن البحث الأكاديمي.

يمثل زيلكا واحدًا من جيل جديد من الباحثين، فهو باحث أكاديمي، إلا أن ذلك لم يمنعه من الاتجاه إلى مجال اكتشاف الأدوية، الذي اعتُبِرَ ـ منذ زمن بعيد ـ أساس الصناعة. ويقول زيلكا: «قبل أن أتوقَّف، أتمنى اكتشاف مادة ما تُستخدَم بشكل مباشر في علاج مرض من الأمراض التي تعاني منها البشرية». وأضاف قائلاً: «لكن هناك فجوة كبيرة بين ما يقوم به العلماء المتخصصون في مجالات العلوم الأساسية، وبين ما تريده الشركات. وقد شعرت بضرورة سد تلك الفجوة ».

إنها فرصة عظيمة، ولكنها ليست سهلة، فالصناعة انسحبت من المراحل الأولى لتطوير الدواء، واعتبرتها مكلفة، وبها مجازفة شديدة. وفي الوقت ذاته، يقول كريستوفر أوستن، المدير بالمركز الوطني للنهوض بالعلوم العابرة للتخصصات (NCATS)، التابع للمعاهد الوطنية الأمريكية للصحة: «نحن نتحدث عن الخمسين عامًا الماضية التي قامت فيها المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة بتمويل العلوم التي تبحث آليات عمل الأشياء».

دفعت هذه البيانات المتراكمة ـ التي يمكن استخدامها لاستحضار علاجات جديدة ـ بجهود وطنية كبيرة لتوجيه اهتمام المجتمع العلمي أكثر إلى مجال الصناعة. وعلى سبيل المثال.. قامت المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة بإنشاء «المركز الوطني للنهوض بالعلوم العابرة للتخصصات» منذ أقل من عام، حيث تكلَّف 576 مليون دولار؛ لتسريع عملية تطوير العلاجات الجديدة بالجامعات (انظر مجلة «نيتشر»، العدد رقم 481، صفحة 128؛ 2012). وفي الوقت ذاته، شرعت الصناعة في الاتجاه ◄

◀ إلى المجال الأكاديمي، وأنشأت جسور تعاون مع علماء يعملون في مجال البحوث الأساسية، بالإضافة إلى إعطاء مِنَح لأبحاث صناعية لما بعد الدكتوراة. تقرِّب هذه الفرص المسافات بين المجال الأكاديمي والمجال الصناعي، كما يستطيع الأكاديميون الطموحون تعلُّم كيفية ترجمة الأعمال التي يقومون بها على نطاق ضيق في المختبر إلى أعمال تُطبّق على أرض الواقع، من خلال دخول مجال الصناعة، ولو حتى بشكل مؤقت. ويقول تروستن هوفمان، المسؤول عن برنامج مِنَح أبحاث ما بعد الدكتوراة لشركة «روش» السويسرية للمستحضرات الدوائية (RPF) بمدينة بيسِل: «إن هذا أمر يتم تعلُّمه عن طريق الممارسة».

منحى جديد

تمر عملية اكتشاف الدواء في الولايات المتحدة الأمريكية بثلاث مراحل، أولاً: يحدد العلماء المسارات البيوكيميائية المؤدية إلى المرض موضوع الدراسة. وثانيًا: يقوم علماء البيولوجيا الخلوية والبيولوجيا الجزيئية بتطوير اختبارات، استنادًا إلى تلك المسارات، ومسح تجمعات الجزيئات الصغيرة؛ بحثًا عن دواء محتمل. وثالثًا: يقوم علماء الجينات بإنشاء نماذج خلوية وحيوانية؛ للتأكد من فاعلية الدواء. وأثناء عملية تطوير الدواء، يقوم فريق من الخبراء بإجراء التجارب الإكلينيكية، والتعامل مع الهيئات المنظِّمة. وغالبًا ما تتطلب العملية خطوات أخرى، مثل استحضار أدوية أخرى لتحسين أداء الدواء المحتمل، وإجراء دراسات على التأثيرات السُّمِّيّة للدواء. أما بالنسبة إلى الأكاديميين، فقد ينتهي عملهم في مرحلة متقدمة من هذه العملية، عند مرحلة تحديد الجزيء الذي ستعكف على تطويره الشركات المتخصصة في التكنولوجيا الحيوية مثلاً. وإذا لم يتم العثور على شريك متخصص في التكنولوجيا الحيوية، يمكن عندئذ انشاء شركة وليدة، تتولى العمل حتى الوصول إلى المراحل الأولى من الاختبارات الإكلينيكية.

ويستطيع العلماء تعلم هذه المهارات في الجامعات. يقول أوستن إنه نتيجة لدمج بعض برامج اكتشاف الدواء، أو تقليصها «ترك بعض الأشخاص الأكفاء جدًّا شركات الأدوية؛ ليعملوا بالمؤسسات الجامعية، حيث يؤسِّسون لبرامج الطب المتعدِّي لتدريس طرق اكتشاف الدواء ». وأشار أوستن إلى وجود «شبكة قوية» حاليًا، مكونة من أكثر من ستين مركزًا أكاديميًّا وبرنامجًا في الولايات المتحدة (http://addconsortium.org)، تعمل على تحقيق هذا الهدف تحديدًا. وبحسب قوله، فإن الفكرة ليست تكرار عمل الصناعة، ولكنها انتقاء الأفكار الواعدة من بين كمّ الأبحاث الأكاديمية المتراكمة، وجعلها جذابة للأطراف المتخصصة بمجال الصناعة.



يقول إيريك كاريرا إن علماء الكيمياء التخليقية يحتاجون إلى إضافة مهارة اكتشاف الدواء إلى مجموعة مهاراتهم.

يمكن لأي عالِم أكاديمي يستطيع التوصل إلى الخيط الذي يؤدي إلى القضاء على مرض من الأمراض، الاتصال بأحد هذه المراكز، والتقدم للدراسة هناك لمدة عام أو أكثر، حيث يتعلم خلال تلك الفترة كيفية إعداد تجربة، وكيفية توسعتها، وتحديد التركيبات الدوائية الواعدة كمثال. وتقول مارسي جليكسمان، المدير المشارك لإدارة مختبر اكتشاف الأدوية لعلاج أمراض تَنَكُّس الأعصاب بكلية الطب بجامعة هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس، وهو أحد المراكز الستين بالشبكة: «إن نوعية العلوم المستخدَمة لاكتشاف الدواء تختلف قليلاً عن العلوم الأساسية».

على النقيض من الأبحاث الأكاديمية التي تُنشَر؛ فيحقق صاحبها نجاحًا، ثم ينتقل بعد ذلك إلى مشروع آخر، فإن اكتشاف الدواء يتطلب ابتكار منهج للبحث، وتجارب يمكن توسعتها بعد ذلك؛ لتصل إلى مستويات عالية الإنتاجية، مع مراعاة إمكانية استعادة النتائج ذاتها تحت الظروف نفسها، مع توحيد المعايير. يقول ريتشارد باوتشر، الباحث الرئيس المشارك بالأبحاث العابرة بجامعة نورث كارولاينا: «لدينا مستوى مختلف من ضبط الجودة، بالإضافة إلى عنصر توثيق غير موجود في معامل الأبحاث، فنحن نحاول دائمًا الحصول على القياسات باستخدام تكنولوجيا متطورة، وبكفاءة أعلى، وبشكل أسرع».

«نوعية العلوم المستخدمة في اكتشاف الدواء تختلف قليلاً عن العلوم الأساسية»

وقد قام جاريت فيتزجيرالد ـ أخصائي علم الأدوية والعقاقير، ومدير معهد الطب المتعدي وعلم المداواة بجامعة بنسيلفانيا بفيلاديلفيا ـ وزملاؤه بتصميم برنامج ماجستير تدريبي على اكتشاف الأدوية، مدته ثلاث سنوات للدارسين الحاصلين علي زمالة أبحاث ما بعد الدكتوراة، أو المحاضرين بالمراحل المبكرة للكليات. ويقول فيتزجيرالد إن الفكرة عبارة عن تعيين حملة الدكتوراة في مجال الطب، أو الحاصلين على درجة دكتوراة الفلسفة في مجال معين ـ على سبيل المثال.. البيولوجيا الخلوية ـ وتحويلهم إلى محترفين في مجال اكتشاف وتطوير الأدوية. ونتيجة لذلك.. ستتبقى نسبة صغيرة تعمل في مراكز العلوم العابرة، وهؤلاء سيمثلون جيلا ثانيا من المدربين.

وكما في مراكز الصيدلة الإكلينيكية الكبيرة والتقليدية، يتضمن التدريبُ العملَ على مشروع معين، ثم يعود المتدربون إلى مجالات عملهم بعد انتهاء التدريب، ومعهم «قيمة مضافة». يقول فيتز: «إن هذا سيزيد من فرصهم في الحصول على تمويل، وتطوير الأقسام التي يعملون بها ».

القوة الصناعية

من الانتقادات التي يمكن توجيهها إلى هذه المراكز، وإلى برامج العلوم العابرة للتخصصات التي تركز عليها الجامعات، هو أن القائمين على بعض هذه البرامج من الأكاديميين لا يملكون الخبرة الصناعية بمجال الاكتشافات الدوائية، حيث ذكر راجيش رانجاناثان ـ مدير مكتب الأبحاث العابرة للتخصصات بالمؤسسة القومية للاضطرابات العصبية والسكتة الدماغية (NINDS) في مدينة بيثيسدا بولاية ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية ـ أن الكثيرين يزعمون أنهم على علم بالعلوم التطبيقية، ومع ذلك يقرّ رانجاناثان بأنَّ قليلين من الأكاديميين المشار إليهم هم الذين يفهمون تلك العملية، وعندهم من الموارد ما يُمَكِّنهم فعليًّا من اكتشاف وتطوير الدواء.

ولذلك يرى رانجاناثان أن أفضل تدريب يتضمن إنشاء روابط صناعية من خلال العمل، إمّا بالصناعة، أو مع علماء الصناعة. ويوضح قائلاً: «انضمّ إلى معملٍ بمنشأة صناعية، واعْمَلْ على مشروع لمدة ثلاث أو أربع سنوات، إذا لزم الأمر؛ وبعدها ستصبح مستعدًّا لتنفيذ ما تعلمته في وظيفة أكبر».

إحدى الوسائل التي قد تساعدك على التقدم في مجال الأبحاث العابرة للتخصصات، هي الحصول على منح أبحاث ما بعد الدكتوراة التي ترعاها بعض الشركات، مثل «روش»، ومؤسسة «نوفارتس» لأبحاث الطب الحيوي بكامبريدج، بولاية ماساتشوستس، أو شركة «جينينتك» بمدينة ساوث سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا. وتجمع المِنَح بين الأكاديميين الذين يقومون بأبحاث ما بعد الدكتوراة، وكلٍّ من العلماء الصناعيين، والمستشارين الأكاديميين؛ للعمل على مشاريع إبداعية لم تكن محل اهتمام الصناعة. (انظر «نيتشر» العدد رقم 461، صفحتي 554، و555 لسنة 2009).

ويفيد كلاوس مولّر، اختصاصي الكيمياء الدوائية بشركة «روش» بأن تلك البرامج تهدف إلى تناول أحد الاهتمامات الرئيسة بشأن الأبحاث الصناعية، وهي «زيادة الانخراط في الأبحاث الدقيقة، حيث تكون كل التفاصيل مهمّة ودقيقة جدًّا». ولكيْ تقي الشركات ـ مثل شركة «روش» ـ نفسها من خطر «الاحتراق »، تقوم بتوظيف صفوة العلماء، ودعم العلوم الفعّالة، وتشجيع النشر، وفي الوقت ذاته يحصل باحثو ما بعد الدكتوراة في برامج الشركة على الموارد الصناعية، بالإضافة إلى اكتساب الخبرات في مجال اكتشاف الدواء.

ويشدد رانجاناثان ـ الذي عمل بشركة «نوفارتس»، وقام بوضع برنامج الزمالة لأبحاث ما بعد الدكتوراة، قبل أن ينتقل إلى العمل في المؤسسة القومية للاضطرابات العصبية والسكتة الدماغية ـ علي ضرورة الحذر، و«التأكد من أن هذا البرنامج ليس مجرد جائزة للعلماء الداخليين العاملين بالشركة»، وإلا فإن أبحاث ما بعد الدكتوراة ستكون بمثابة «مجرد دعم لهؤلاء العلماء الناجحين مسبقًا في شركاتهم»، بدلاً من دعم المتدربين الواعدين والعلماء المغمورين.

شريك عملاق

يمكن أن يؤدي التعاون الأكاديمي الصناعي إلى اكتساب الخبرة في مجال الاكتشاف الدوائي وتطوير المشروعات. وقد سار على هذا الدرب إيريك كاريرا، عالم الكيمياء العضوية بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا بزيورخ (ETHZ)، عندما بدأ في التعاون مع علماء بشركة «روش». وجدير بالذكر أن مجموعة عمل إيريك كانت تعمل على تخليق جزيئات جديدة، وإجراء تجارب عليها من خلال وسائل كيميائية معيارية، كقياس درجات الغليان والانصهار أو الذوبان، وذلك قبل مجيئه من سويسرا إلى الولايات المتحدة، حيث إنه في ذلك الوقت لم يكن يفكر قط في تصميم الدواء.

خلال فترة قصيرة من التحاقه بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا بزيورخ، منذ خمسة عشر عامًا، أصبح كاريرا مستشارًا لدى شركة «روش»، وتوصَّل هو وعلماء «روش» إلى فكرة جريئة، وهي إدخال نوع جديد من الوحدات الكيميائية على بعض الأدوية المحتملة؛ لتعمل بشكل أفضل.

تتلخص الفكرة في البحث خارج «المساحة الكيميائية» المعتادة عن كل الجزيئات المحتملة لمجموعة كيميائية معينة، وعن تركيبات جزيئية لها خواص يُعتَقد أنها «مفيدة» في عملية اكتشاف الدواء. وقد اكتشف مولر مجموعة جديدة من الكيماويات المخلّقة، تسمى الأوكسيتانات، وهي منطقة قيد الاكتشاف. وبناءً عليه، قام كاريرا بابتكار طرق لاستبدال مجموعات وظيفية معروفة، مستخدَمة بالفعل في مجال اكتشاف الدواء. ويقول مولّر، سكرتير برنامج مِنَح أبحاث ما بعد الدكتوراة لشركة «روش»: «إنه من الطبيعي أن يعتبر علماء الصناعة تلك الفكرة غريبة، ففيها مخاطرة كبيرة، ونجاحها غير محتمل»، إلا أنه بالنسبة إلى الأكاديميين ـ مثل كاريرا وفريقه ـ يُعتبر هذا المشروع ممتازًا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



C. MADDALONI/CQ ROLL CALL

يقول راجيش رانجاناثان إن حصول الأكاديميين على خبرة اكتشاف الدواء أمرٌ ضروري.

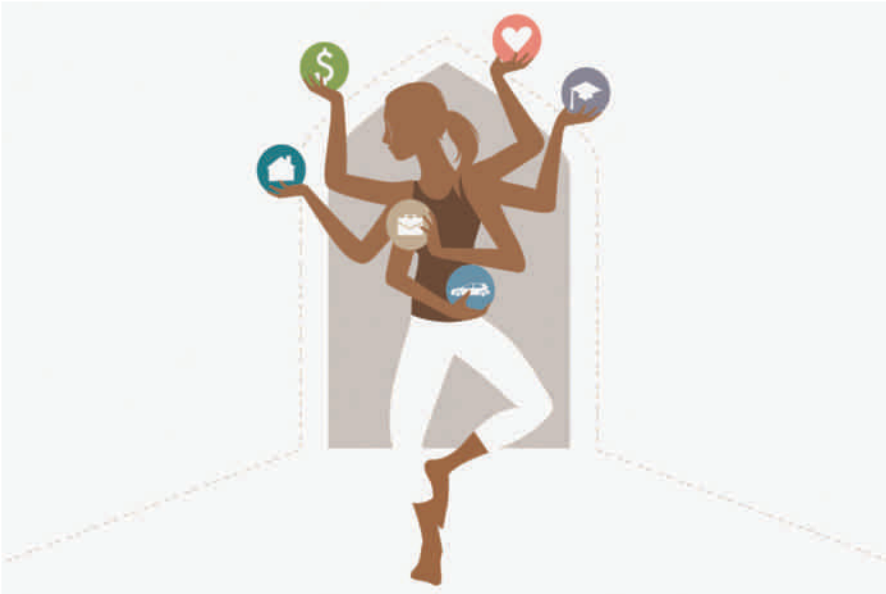
قامت شركة «روش» بتعزيز الفكرة من خلال دعم طالب بمجال الكيمياء التخليقية، يُدعى جورج ويتشيك، للعمل مع كاريرا ومولّر وآخرين؛ لإدخال الأوكسيتانات إلى مجال اكتشاف الدواء. وقد أتت الأعمال بالثمار المرجوة، وقام العلماء بنشر ما سُمِّي بعد ذلك بنظرية الأوكسيتانات (ج. ويتشيك وآخرون. ج. ميد. كيم. 53، 3227-3246؛ 2010). وسرعان ما انتشرت تلك النظرية في المجتمعات المختصة باكتشاف الدواء، مانحةً إيّاها طرقًا جديدة لتعديل الدواء، يصفها مولّر قائلاً: «إن هذه النظرية منجم ذهب».

أثناء ذلك قام كاريرا ـ بالتعاون مع شركة «روش» ـ بتدريب طلبة الكيمياء، وباحثين حاصلين على درجة الدكتوراة، وآخرين من المهتمين بتصميم الدواء. وقال كاريرا: «إن نوعية المهارات المطلوبة من خريجي الكليات المتخصصة في مجال الكيمياء التخليقية قد تغيرت، فبالنظر إلى المناخ الحالي لسوق العمل، نجد أنه يجب على الخريجين أو الباحثين الحاصلين على الدكتوراة ألا يكونوا خبراء في كيفية صنع الجزيئات فحسب، ولكن أيضًا في كيفية ابتكار مواد كيميائية جديدة، يكون لها دور محوري في الجيل التالي من الأدوية الذكية».

بالنسبة إلى زيلكا، فإن العمل مع شخص متمرِّس في مجال الصناعة، وعائدٍ إلى المجال الأكاديمي ـ مثل فراي ـ أمرٌ بالغ الأهمية.. فقبل أن يأتي فراي إلى جامعة نورث كارولاينا، كان يرأس مجموعة الطب الكيميائي الاستكشافية بشركة «جلاكسو سميث»، وأسهم في إدخال ثلاثة أدوية إلى السوق، وإلى المراحل النهائية من التجارب الإكلينيكية. وجمع فريقه بين أعلى مستوى في العالم من الإبداع والحرية اللتين تتسم بهما المختبرات الجامعية من ناحية، وحكمة وخبرة استشاريِّي الصناعة من ناحية أخرى.

يقول أوستن إن الأكاديميين الذين باستطاعتهم الاستفادة من تلك الروابط الصناعية وموارد اكتشاف الدواء، لديهم فرصة لتحقيق مكاسب ضخمة، والدخول في مسار وظيفي جديد، إذا تحلّوا بالجرأة وروح المغامرة، و«الجمع بين الخبرة في مجالٍ ما، والمعرفة بالمجالات الأخرى العابرة». وأضاف قائلاً: «إن النظام العلمي تطوَّر، بحيث أصبح يتيح التقدمَ بشكل سريع، وأصبح بإمكان العلماء الأساسيين تحقيق ما يريدون، دون اللجوء إلى الشركات، وهذا الأمر ـ في حد ذاته ـ يُعَدّ ثورة». ■

تريشا جورا: كاتبة علمية بمدينة بوسطن بولاية ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية.



IMAGES.COM/CORBIS

حياة المختبر

حياة متوازنة

كثيرٌ من الباحثين يكافحون للحصول على وقت فراغ خارجَ المختبر، لكن على العلماء أن يحاولوا تعزيز التوازن بين عملهم، وحياتهم الخاصة.

كويرين شيرماير

اضطرّ آكسل ماير ـ طالب الدكتوراة، والأستاذ الجامعي بجامعة كاليفورنيا في بيركلي لاحقًا ـ أن يُجبر نفسه تقريبًا على العيش خارج جدران المختبر. وقد عَمِلَ ماير في ليلة تفرّغه ـ مدفوعًا برغبة لديه في اختبار الفنون الجميلة ـ كنادل بمسرح «زيلرباش» في الحَرَم الجامعي في بيركلي، ولو كان وقته قد سمح له؛ لكان قد لعب أيضًا مع فريق الجامعة لرياضة الهوكي، لكن اقتصر نشاطه الترفيهي في معظم الأيام على قيادة دراجته النارية إلى الحرم الجامعي في الصباح الباكر، والعودة إلى المنزل في وقت متأخر من الليل.

كان العمل لساعات طويلة ـ وفي عطلة نهاية الأسبوع كذلك ـ أمرًا شائعًا في قسم علم الحيوان بجامعة بيركلي، وهو القسم الذي حصل منه ماير على شهادة الدكتوراة في عام 1988. وبوصفه أستاذًا جامعيًّا في علم الأحياء التطوري، يقول ماير إن العمل 80 ساعة في الأسبوع كان القاعدة، وليس الاستثناء.

يقول ماير، الذي يشغل الآن منصب رئيس قسم علم الحيوان وعلم الأحياء التطوري في جامعة كونستانز بألمانيا: «قد تظنّ أننا خضعنا لعملية غسل دماغ؛ لنعملَ كل هذا الوقت. وبالمعنى الإيجابي.. أعتقد أن ذلك صحيح». ويضيف ماير قائلاً إن عملية البحث العلمي كانت مثيرة، وإنه شعر بكونه محظوظًا لمشاركته في المجموعة التي يقودها أستاذه المشرف، إلى درجة أنه لم يخطر بباله قط أنه يعمل أكثر من اللازم.

ويرى عديد من الباحثين حديثي العهد بمهنتهم أن فرحة ممارسة الحياة العلمية تشوبها أعباء مهنية ثقيلة، وفائض من المتطلبات. وهم غالبًا ما يضحّون باهتماماتهم الشخصية ـ ولربما حتى بحياتهم العائلية ـ لإعداد الأوراق البحثية، والحصول على المِنَح التي تمهِّد الطريق لحصولهم على وظائف ثابتة في العالم الأكاديمي. ومع ذلك.. يبقى التوازن السليم بين العمل والحياة الخاصة مثمرًا أكثر من ساعات العمل التي لا تنتهي في المختبر، أو أمام شاشة الحاسوب الشخصي. فالعلماء ـ وأعمالهم ـ يستفيدون من تخصيص وقت جانبيّ لممارسة هواياتهم، أو السفر، أو القيام بأي شيء لا يتعارَض بشكل مباشر مع الأنشطة المختبرية.

مساء يوم شاق

نادرًا ما تخضع عادات العلماء في العمل للمراقبة، إلا أن تحليلاً لأنماط تحميل منشورات علمية من على شبكة الإنترنت في جميع التخصصات يشير إلى أن عددًا كبيرًا من الباحثين يعملون بعد الدوام الرسمي، أو في عطلة نهاية الأسبوع (X.W.Wang et al. J.Informetr. 6, 655-660; 2012). وباستخدام وسيلة ابتكرتها مطبوعات سبرينجر، تتبَّع الباحثون الأوقات التي نزَّل فيها الناس بحوثًا للناشر على شبكة الإنترنت، على مدى خمسة أيام من أيام العمل، وأربعة أيام من عطل نهاية كل أسبوع في شهر أبريل 2012. وقد وجدوا أن العمل في أوقات متأخرة من الليل أمر شائع على نحو استثنائي في أوساط العلماء في الولايات المتحدة الأمريكية، في حين أن الباحثين الصينيين يعملون ساعات طويلة في نهاية كل أسبوع (انظر: البحوث العلمية على مدار الساعة).

تقول المؤلفة المشاركة شنمنج شو، وهي طالبة ماجستير في جامعة داليان للتكنولوجيا في الصين: «بشكل عام، يخضع العلماء لضغوط كبيرة، ومعظم الباحثين الشبّان يُمضون في العمل أوقاتًا أطول بكثير مما توقّعوا في البداية، قبل أن يتخرجوا في الجامعة».

وتضيف شو قائلةً إن طلاب الماجستير والدكتوراة في ◄

الجامعات الصينية يُفترض أنهم كذلك يخصصون حوالي 60 ساعة في الأسبوع لدراساتهم. إن العمل لساعات إضافية بشكل متواصل مرهق جسديًّا ونفسيًّا، ويحدّ من حياة الطلاب الاجتماعية. تقول شو: «أمارس السباحة قليلاً؛ لأمرّن جسدي، ولكن فيما عدا ذلك.. لا أستطيع أن أتحمل تكاليف أيّ نشاط ترفيهي، ولا أستطيع العودة إلى دياري لأزور والديّ أكثر من مرّتين في السنة. أنا أحبّ عملي، إلا أنني أتمنى أن أعيش حياة أكثر توازنًا».

لقد تزايد الطلب على العلماء بشكل كبير، خاصةً بعد أن أصبح البحث العلمي يعتمد بشكل مكثف على البيانات، عما كان عليه في العقود القليلة الماضية، وهذا على حد قول جولي أوفربو، الباحثة في فيروس العوز المناعي البشري في مركز «فريد هاتشينسون» لأبحاث السرطان في سياتل بواشنطن. إن توليد المعلومات وتمحيص كميات ضخمة من البيانات يستغرقان وقتًا، ويتطلبان استخدام معدات متخصصة ـ غالبًا ما تتشارك فيها مجموعات الباحثين ـ ما يعني حجز أوقات الفراغ، وبالتالي العمل ساعات إضافية. ترى أوفربو أن من الصعوبة بمكان إقامة توازن سليم بين العمل والحياة الخاصة، إلا أن ذلك أهمّ مما يُقِرّ به عديد من العلماء الشبّان المجدّين والمُشرفين عليهم.

تقول أوفربو: «إن إعطاء الأولوية للأمور الأهم بالنسبة إليك أمرٌ أساسي، شأنه شأن تقييم ما إذا كنت تستغل وقتك بحكمة، أم لا. إنْ كنتَ تشعر أنك تفوّت أمورًا مهمة فعلاً بالنسبة إليك ـ كالعائلة، أو الأصدقاء، أو الهوايات ـ فهناك شيء ما يسير بشكل خاطئ».

خذ وقتًا مستقطعًا

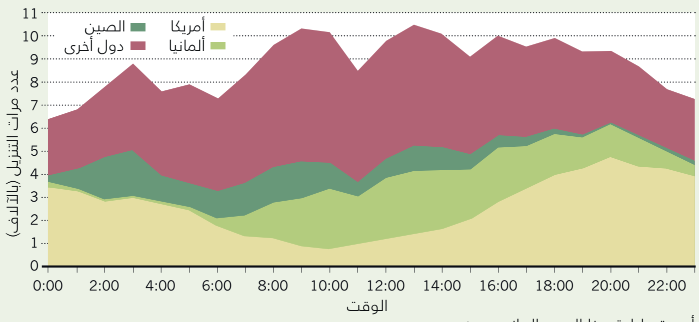
دانيال ميتشن عالِم فيزياء حيوية، ومطوِّر برامج على شبكة الإنترنت، وهو حائز شهادة دكتوراة من جامعة سارلاند بساربروكن الألمانية سنة 2006. يقول ميتشن إن الشيء المهم بالنسبة إليه خارجَ نطاق العلم هو مشاركته في فرقة موسيقية، إذ إنه مُغنٍّ في فرقة للغناء والرقص التقليديَّين في منطقة آسيا الوسطى. وقد بذل جهدًا جبارًا لإعداد بحثه للدكتوراة ـ عن كيفية وضع خرائط لبنية الدماغ البشري باستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي النووي ـ مع إيجاد الوقت الكافي للتمرينات والحفلات الموسيقية مع فرقته الموسيقية في برلين؛ حتى إنه تمكَّن من إقناع الأستاذ المشرف على بحثه العلمي بمنحه إذنًا للتغيب عن دراسته أربعة أسابيع في عام 2004، لكي يُحسّن مهاراته في اللغة الأوزبكية في سمرقند. يقول ميتشن: «أنصح بشدّة كل باحث أن يُكمِّل عمله البحثي بنشاط غير علمي واحد على الأقل، يستمتع حقًّا بأدائه. وأنا شخصيًّا أستلهم أفضل أفكاري حين أكون في أماكن جديدة، غالبًا أثناء سفري، ونادرًا في المختبر».

إنّ قِلّة من العلماء حديثي العهد بمهنتهم يكافئون أنفسهم بإمضاء وقت مماثل خارج مكاتبهم. والسبب في ذلك يعود إلى خوفهم من استهجان زملائهم ورؤسائهم في العمل هذا التصرف، لكن ينبغي أن يكون وقت الفراغ جزءًا من أيّ مخطَّط زمني معقول للبحث العلمي، على حد قول سابين ليرش، وهي معلّمة مستقلة للمهارات الاجتماعية، غالبًا ما تدرّب طلاب دكتوراة ألمان على إدارة الوقت.

وتضيف ليرش قائلة إن على العلماء الشبّان أن يتخلصوا من عبء «المتطلبات الخيالية»، كالعمل ساعات إضافية في المختبر. وتقول أيضًا: «ستُنجز في يوم مثمر واحد أكثر مما ستُنجزه في سلسلة من الأيام التي تعاني فيها وضعًا نفسيًّا

البحوث العلمية على مدار الساعة

عدد البحوث العلمية التي تم تنزيلها من شبكة الإنترنت ساعة بساعة يوم 12 أبريل 2012، والعدد يختلف بتغير البلدان.



أعيدت طباعة هذا الرسم البياني من:
X. W. Wang *et al*. Exploring scientists' working timetable: Do scientists often work overtime? *J. Informetr.* **6,** 655–660, 2012 with permission from Elsevier.

وجسديًّا سيئًا. إنّ الطلاب يميلون إلى تناسي وقت الاستراحة عند تخطيطهم لعملهم البحثي ـ هذا إنْ كانوا يخططون له أصلاً ـ لكن الجميع بحاجة إلى وقت مستقطَع». وتقترح ليرش أن يُبقي العلماء يومًا واحدًا في الأسبوع ـ على الأقل ـ خاليًا من أيّ واجبات مهنية، وأن يخصصوا وقتًا لممارسة الرياضة والهوايات الشخصية في أيام عملهم.

توافق أوفربو على أن الأوقات المستقطَعة من العمل الضاغط ـ حتى وإنْ كانت قصيرة ـ تساعد على إعادة شحن الطاقة الإبداعية لدى الإنسان. وتقول إن النجاح في الميادين العلمية ليس بالضرورة متعلقًا بالمدة التي يقضيها العالِم في المختبر، أو أمام شاشة الحاسوب. ومن المرجَّح أن يطرح العلماء أفكارًا ورؤى جديدة عندما لا يكونون تحت وطأة موعد نهائي للتسليم.

«يميل الطلاب إلى تناسي وقت الراحة عند تخطيطهم لعملهم البحثي، لكن الجميع بحاجة إلى وقت مستقطَع»

قد يكون الإرشاد الذي يقدّمه الاستشاريون حول كيفية إدارة الوقت قيِّمًا جدًّا. فحين وصلت جنيفر كيروبو ماروا ـ الباحثة في فيروس العوز المناعي البشري ـ إلى سياتل قادمة من كينيا، لإعداد بحث علمي في مركز «هاتشنسون» لنيل شهادة الدكتوراة، قالت لها أوفربو ـ المشرفة على بحثها ـ أكثر من مرة إن استقرارها هي وعائلتها في المدينة أهم من المختبر. تقول كيروبو ماروا: «في البداية لم أصدقها، لكن فيما بعد، لمستُ صدقَ نصيحتها. وحين وصلتُ إلى الولايات المتحدة الأمريكية كنت أعتقد أن العمل أهم شيء على الإطلاق. وقد أتاحت لي معرفتي بأنني أستطيع أن أغادر عملي كلما اضطررت إلى الاهتمام بحاجات عائلتي تنظيم جدول أعمالٍ، فيه توازن بين المختبر وأولادي».

تقول أوفربو: «بالطبع كان ثمة أوقات طويلة عملَت فيها الطالبة بجدّية كبيرة على بحثها العلمي بعد استقرارها في المدينة، إلا أنها كانت حريصة أيضًا على إبقاء حياتها العائلية متزنة». ومنذ ذلك الحين تلقَّت كيروبو ماروا جائزة الطالب المتميز من مركز «هاتشنسون»، أعدَّت بضعة أبحاث وقَبِلَت عرضًا وظيفيًّا لمرحلة ما بعد الدكتوراة في معهد «كوازولو-ناتال لأبحاث السل وفيروس العوز المناعي البشري» في دوربان بجنوب أفريقيا، وهي المؤسسة القائمة على جهد تعاوني بين مؤسسة «هاورد هيوز» الطبية الأمريكية، وجامعة كوازولو- ناتال.

في مركز «هاتشنسون» بإمكان الطلاب أن يستشيروا لجان مراقَبة تتألف من ثلاثة من كبار أعضاء هيئة التدريس بالكلية ـ من مراحل عمرية مختلفة، ومن أعراق ومراتب وظيفية مختلفة كذلك ـ حول عملهم، وإقامة توازن بينه وبين حياتهم الخاصة. هذه اللجان موجودة لِتُوجّه الباحثين حديثي العهد بالمهنة بشكل غير رسمي، ولتقيِّم رسميًّا التقدم السنوي الذي يحرزه طلاب الدكتوراة.

حدِّد الأولويات

إنْ لم يكن المشرفون متفهّمين لضغوط الوقت، فإن وضع خطة محدَّدة قد يُجنّب الباحث الصراعات. وتنصح ليرش طلابها بوضع مخطَّط، وتحديد ما ينبغي فعله، وأوقات القيام به، ومراجعة المخطط بانتظام. وهي تقترح عليهم أن يضعوا بعد ذلك خطة للمدى الأقرب، ترمي إلى تحقيق أهداف محددة أكثر. وإذا ما طلبَ مُشرف من الطالب أداء مهام إضافية، بإمكان الطالب أن يشير إلى أن الأهداف التي خطط لها مسبقًا لن تحقق بالتزامن مع الأهداف الجديدة. وتقول ليرش: «على العلماء أن يحاولوا عدم تولّي مهام كثيرة، وعليهم ألا يخافوا من رفض مهام إدارية وأدوار استشارية أخرى».

مثل هذه التدابير ـ مقترنةً بدعم الزملاء والأصدقاء والمدرّبين المهنيين الثقات ـ تساعد في تخفيف الضغط النفسي الذي يمارسه المشرفون كثيرو المطالب. وفي الحالات الأصعب، حين تكون ثمة مشكلات متعلقة بسوء السلوك، أو خروق لقانون العمل، على العلماء استشارة أمين للمظالِم، أو منظّمة ترعى حقوق الحاصلين على درجة الدكتوراة، مثل «المجلس الأوروبي لحملة الدكتوراة والباحثين المبتدئين» Eurodoc في بروكسل.

حتى حين يبذل العلماء أقصى جهودهم، يبقى التقدم صعبًا. فعلى سبيل المثال.. تُجبر دولٌ كثيرة تعاني من الأزمة الاقتصادية العلماءَ الشبّان على المكافحة لنيل وظائفَ، ولتمويل أبحاثهم؛ ما يعني مزيدًا من المتطلبات على حساب وقتهم. يقول سلوبودان راديتشيف، رئيس «المجلس الأوروبي لحملة الدكتوراة والباحثين المبتدئين»، الحائز على شهادة الدكتوراة في الهندسة الصناعية من جامعة نوفي ساد في صربيا: «معظم الذين يعملون ـ حتى الآن ـ في دول جنوب أوروبا المتضررة من الأزمة الاقتصادية يؤدون أعمالاً مزدوجة، مقابل راتب واحد». ويضيف قائلاً إن قلة من الباحثين الشبّان يتمتعون بما يشبه التوازن بين عملهم وحياتهم الخاصة. وفيما يتعلق براديتشيف نفسه، فهذا التوازن حلم بعيد المنال، بالرغم من أنه يُجري دراساته في صربيا، ممضيًا معظم وقته في إيطاليا، حيث تعمل زوجته في وظيفة علمية. يقول راديتشيف إنه لولا تعاطف مشرفه، وانخفاض كلفة تذاكر السفر بالطائرة؛ لَما سارت أموره بسلاسة، لكن حين تندر فرص العمل، تُقدَّم الالتزامات المهنية على التحديات الشخصية.

مع ذلك.. فليس هناك من إجماع على مساوئ ساعات العمل الطويلة، إذ يحاول ماير أن يبثّ في طلاب الدكتوراة وما بعدها الحماسةَ الشديدة التي اختبرَها في السنوات التي كدح فيها في بيركلي. وماير شخص نخبوي كثير الإلحاح والمطالب؛ يأمل في أن يطمح كل العاملين في مختبره في أن يصبحوا باحثين أو أساتذة جامعيين، ويرفع سقف المعايير التي يحددها لمجموعته. وفي رأيه أن الذين يحبّون ما يفعلونه حقًّا لا ينبغي أن يتذمروا من ساعات العمل الطويلة؛ ويقول: «لا أستطيع أن أجبر أحدًا على العمل أكثر مما يرغب، ولكن يحزّ في نفسي أن أذهب إلى مختبري في عطلة نهاية الأسبوع، ولا أرى سوى شخصين أو ثلاثة يعملون». ■

كورين شيرماير: مراسِل مجلة «نيتشر» في ألمانيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نقطة تحوُّل
سارة أسْيِيجو

في 15 أكتوبر 2012 فازت سارة أسييجو ـ كيميائية طبقات الجليد، ورائدة اتجاه تحديد عمر عينات الجليد باستخدام النظائر، في جامعة ميتشيجان في آن آربور ـ بمنحة قيمتها 875 ألف دولار أمريكي لمدة خمس سنوات من مؤسسة «ديفيد آند لوسيل باكارد» في لوس ألتوس، بولاية كاليفورنيا.

كيف أسهمت دراستِك الجامعية في اختيار هذا التخصص؟
لقد انتهى بي الأمر بدراسة علم الجيولوجيا، كتخصص رئيس في كلية الهندسة، وبالتالي درستُ الكيمياء والفيزياء وحساب التفاضل والتكامل، وهي مهارات تعلُّم سهَّلت من عملي في دراسة النظائر. لم يكن لديَّ الكثير من المال، ولذا.. كنتُ بحاجة إلى وظيفة تجمع بين العمل والدراسة. وَزَّعْتُ منشورات دعائية عن مهاراتي في حساب التفاضل والتكامل وبرمجة الحاسب في جميع أنحاء القسم؛ وتم تعييني لكتابة برامج لمعالجة بيانات النظائر، من خلال دراسة عينات التراب ودورة السيليكا (ثاني أكسيد السيليكون) في النظم الإيكولوجية للتربة.

كيف استمر عملِك في دراسة النظائر؟
تقدمتُ للالتحاق بعدد من برامج الدراسات العليا بالجامعات، وعملت مع كيميائي نظائر كان يستخدم نظائر مشعة لدراسة العمليات البركانية، لكنّ تغييرًا وقع في شروط الدكتوراة في العام الذي وصلت فيه، كان يعني أنه ينبغي عليّ تقديم مشروعين للأطروحة، وعرضهما خلال امتحانات التأهيل. ولذلك.. كنتُ مضطرة للبحث عن مشرف ثانٍ، وتطوير مشروع بديل. وكان المشروع البديل هو العمل مع محلل لطبقات الجليد، يستخدم نظائر مستقرة لتحديد عمر الصفائح الجليدية في القارة القطبية الجنوبية. كنتُ مهتمة جدًّا بالموضوعين، لدرجة أنني أعددتُ مشروعين للدكتوراة.

وكيف أثَّر ذلك على فُرَصِك؟
هناك فجوة كبيرة جدًّا بين مجتمعات الباحثين في النظائر المشعة والنظائر المستقرة، لكن جهودي مع كلا الفريقين جعلتني أدرك أين يمكن لخبرتي أن تُحْدِث تغييرًا إيجابيًّا. لقد ثبت أنه من المستحيل تحديد عمر طبقات الجليد العميق باستخدام الأساليب التقليدية، ولذلك.. أردتُ استخدام تقنية قياس النظائر المشعة لتحقيق هذا الهدف باستخدام الغبار. نفّذتُ ذلك بالفعل في مرحلة ما بعد الدكتوراة في المعهد الاتحادي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ، وفيه طوَّر هاينريش باور ـ وهو مهندس موهوب، وخبير في قياس الطيف ـ جهازًا يسمى «مقياس النانو nanoscale»، يقيس التغيرات الواقعة على مستوى النانوجرام في الكتلة، بالإضافة إلى تطوير تقنية لقياس وزن الغبار، ووزن الغاز الذي امتصه الغبار.

بدأتِ في جامعة ميشيجان عام 2010، فهل فُوجِئتِ بالدعم السخي الذي حصلتِ عليه، رغم الأزمة الاقتصادية؟
نعم، لقد أجريتُ مقابلات في ستة أماكن مختلفة على مدار عامين، ولم أعتقد أن لديَّ أي فرصة لدى أي شخص تجعله على استعداد لأن يبتاع لي المعدات التي احتجتها.



ولحُسن الحظ، أدركت جامعة ميتشيجان قيمة الآلات وتجهيزات المختبر النظيفة اللازمة لعمل هذا النوع من التجارب التي كنت أودّ إجراءها. موَّلتني أيضًا المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم بصورة جزئية للحصول على أحد أجهزة مقياس النانو، البالغ تكلفته 200 ألف دولار أمريكي، الذي تم تطويره في زيوريخ. وفي المقابل، أحاول أن أكون مرجعًا في هذا المجال العلمي لطلابي، وأنْ أجلب ما أقوم به في أبحاثي العلمية لقاعة المحاضرات وللجمهور.

بماذا تسمح لكِ جائزة «باكارد» أن تفعلي؟
منحة «باكارد» كبيرة للغاية، إذ يمكنني إعادة توجيه بعض المال غير المشروط إلى مشروعاتي التي تواجه صعوبة في الحصول على تمويل، كما تفيدني أيضًا لأن العمل الميداني لهذا البحث مكلف للغاية. لقد أُثبت نجاح أساليبي في القارة القطبية الجنوبية، لكنّ هذا التمويل يتيح لي القدرة على جمع عينات من جميع أنحاء جرينلاند؛ لمعرفة ما إذا كانت هذه الأساليب ناجحة هناك أيضًا، أم لا. وإذا نجحت تلك الأساليب هناك؛ فسوف يساعد ذلك على إجراء مقارنة مطلوبة بالفعل؛ لتوضيح آثار تغير المناخ على ارتفاع مستوى سطح البحر. وبكل تأكيد، سوف نتعلم شيئًا ما، حتى لو لم يكن هذا الشيء هو ما نرغب في العثور عليه.

هل تتواصلين مع الآخرين بشكل طبيعي، أم عند الضرورة؟
أتواصل بدافع الضرورة. لقد تعلمتُ كيفية إبراز نفسي وعملي، والسعي لتكوين قاعدة واسعة من الدعم في مجالي؛ من أجل نيل الاعتراف والتكريم. ويتحقق الكثير من تواصلي الاجتماعي أثناء المناسبات الاجتماعية التي تُعقد بعد انتهاء المؤتمرات. ومن أجمل الأمور التي قرأتها في أحد قرارات التحكيم التي كُتبت عن أبحاثي ـ حتى الأبحاث التي رُفضت ـ أنني نجم صاعد في هذا التخصص العلمي، وأعرفُ ما أفعله. جاءت هذه التعليقات من أناس لم أعمل معهم مباشرة، بل شاهدوني في بعض المنتديات العامة، ولذا.. أحثُّ طلابي دائمًا على ضرورة الذهاب إلى الاجتماعات، ليس للإعلان عن العلم فقط، بل لإظهار قدراتنا كذلك. ■

حوار أجرته: فيرجينيا جوين.

الأجور
دراسة حول التفاوض بشأن الأجور

توصلت دراسة بحثية بعنوان «هل تتجنب النساء التفاوض بشأن الرواتب؟ أدلة من تجربة ميدانية على نطاق واسع»، نشرها المكتب الوطني الأمريكي للبحوث الاقتصادية في 15 نوفمبر 2012، إلى أن المرأة أكثر ميلاً من الرجل للتفاوض من أجل الحصول على أجر أعلى، إذا صرّح إعلان الوظيفة أن الراتب قابل للتفاوض، بينما يميل الرجال أكثر من النساء إلى طلب المزيد من المال، إذا لم يذكر الإعلان صراحةً أنه بالإمكان تعديل الأجور.

كان معدو الدراسة قد نشروا إعلانات عن وظائف لشغل مناصب إدارية في تسع مدن أمريكية بين نوفمبر 2011، وفبراير 2012، تقدم لها 2500 شخص. وجد الباحثون أن 11% من الرجال و8% من النساء بدأوا التفاوض على الأجور، حينما كانت ثابتة، بينما بدأ 24% من النساء و22% من الرجال التفاوض عندما كان الراتب قابلاً للتفاوض. ويعتقد جون ليست ـ الخبير الاقتصادي في جامعة شيكاغو بولاية إيلينوي، والباحث المشارك بالدراسة ـ أن هذه النسب على الأرجح تماثل حالة المتقدمين لمناصب البحث العلمي، ويؤكد قائلاً: «ينبغي على المرأة أن تفاوض، لكي تحصل على راتب أعلى، حتى لو قال إعلان الوظيفة إن الأجر غير قابل للتفاوض، إلا إذا كُنّ يفضلن البقاء متأخرات».

تعيين أعضاء هيئة التدريس
الأساتذة المساعدون يفتقرون إلى الدعم

ذكرت ثلاثة أرباع المؤسسات الأكاديمية الأمريكية التي شاركت في دراسة استطلاعية عنوانها «قيم وممارسات وقرارات القيادات الأكاديمية بشأن تعيين أعضاء هيئة التدريس» أنها زادت في العقد الماضي من توظيف أعضاء هيئة التدريس المساعدين لديها، الذين يعملون بدوام كامل من خلال عقود مؤقتة أو قصيرة الأجل. وتوصلت الدراسة الاستطلاعية ـ التي سيتم نشرها مطلع عام 2013 في مجلة «التعليم الليبرالي» ـ إلى أن أكثر من ثلث المؤسسات الأكاديمية زادت من تعيين أساتذة مساعدين بنصف دوام في الفترة ذاتها «زيادة لافتة للنظر». وقد توصلت الدراسة إلى أن 58% فقط من إجمالي 157 مؤسسة شاركت في الاستطلاع تقدم تدريبًا منهجيًّا لأعضاء هيئة التدريس من الأساتذة المساعدين الذين يعملون بدوام كامل، بينما توفر 42% من المؤسسات فرصًا للتطوير المهني، مثل إجراء ورشات عمل حول كتابة طلبات المنح وإدارة ميزانياتها. تقول أدريانا كيزار ـ المؤلف المشارك بالدراسة، والأستاذ المساعد للتعليم العالي في جامعة جنوب كاليفورنيا بلوس أنجلوس ـ إنه ينبغي على الباحثين المبتدئين خلال تقدُّمهم لشغل مناصب أساتذة مساعدين التفاوض بشأن تقديم فرص التطوير المهني والتدريب، التي تجعلهم في مكانة لا غنى عنها في الجامعات، فقد يعطي ذلك ميزة لمن يحاولون الانتقال إلى العقود الدائمة.

تمَّ استقبال الإرسال

رحلة صعبة

بيتر ج. إينيرت

«القيام بمثل تلك الرحلات مسموح به فقط لمن يستسلِم للموت والميلاد من جديد»، تذكرت إيفا تلك الكلمات وهم يقومون بتنويمها، والنور الساطع المستدير يدور فوق رأسها، حتى انطفأ.

كانت هذه الكلمات هي كلمات مندوب الشركة، عندما سألته إيفا عن سبب عدم إمكانية شحنها إلى الكويكبات في جسمها الأصلي، فيما بدا له هذا الطلب ـ وهو وكيل الشركة للتوظيف ـ طلبًا شاعريًّا بشكل غريب. افترضت إيفا أنه اعتقد أنَّ ما ذكرته أهم من القول بأن: « الأمر لا يستحق الوقت والتكلفة لجرّ كتلة من اللحم وزنها 60 كيلوجرامًا خارج بئر الجاذبية، وعبر 30 دقيقة ضوئية في الفراغ، بينما نستطيع إرسال البيانات لاسلكيًّا، وإعادة بنائها على الناحية الأخرى ببساطة».

وأكمل قائلاً: «بوضع توقيعك الرقمي هنا، تؤكدين على موافقتك على عقد التوظيف والإرسال، وفهمك لبنوده. ومن الواجب علينا في هذه المرحلة تذكيرك بأنه فور اكتمال إرسال بياناتك وإعادة تشكيلها، سيتم تدمير النسخة الأصلية وفقًا للقانون، الذي يسمح بوجود نسخة جسمانية لفرد واحد بعينه في الوجود في أي وقت محدَّد». وعندما ترددت؛ ابتسم واضعًا يده على يدها، قائلاً: «لن يؤلمك شيء.. فسيتم تخديرك قبل التسجيل، وبعد ذلك ستستيقظين على الجانب الآخر ببساطة. لقد قمت بذلك أنا شخصيًّا عدة مرات».. قاومت إيفا الرغبة في الابتعاد.

كانت إيفا قد خسرت معملها، كنتيجة لاتهامات كاذبة بعدم الأمانة العلمية، واستنفدت الملاحقات القضائية كل مواردها المالية؛ ولم تسفر عن شيء، وتم رفض تعيينها في كل ما يُعدّ وظيفة فنية تقدمت للالتحاق بها، إلا وظيفة واحدة. وحين لا يكون لديك شيء تخسره؛ تتولد لديك الجرأة. ولذا.. قامت بالتوقيع.

قال لها: «ستغطي الشركة نفقات حزمة الإرسال الأساسية، التي تضمن لك نسخة بدرجة وضوح عالية قادرة على القيام بالواجبات المنوط بك أداؤها، لكن قد يستتبع ذلك فقدان للذاكرة، وفقدان للنطق، وشلل جزئي، وتكوُّن للأورام، وتليف العضلات، وتمدد الأوعية الدموية، وهشاشة العظام، إلى جانب حالات أخرى».

قالت: «كيف يمكنك أن تضمن أني سأستطيع تأدية العمل الذي تحتاجه على الجانب الآخر؟».

ردّ قائلاً: «سيخضع الفرد المحتمل لتقييم نفسي وجسماني في موقع العمل. وإذا لم يكن الفرد مطابقًا للمواصفات، أو إذا تدهور الأداء لاحقًا؛ فسيُرسل بديل لكِ بدون رسوم من السجل الرقمي للتركيب الجزيئي المحفوظ في أجهزة الخوادم لدينا. كما سيتم الترقية إلى حزمة ذات درجة عالية الوضوح متاحة للشراء. ويسعدني، في الحقيقة، أن أخبرك أنه قد تمت الموافقة المسبقة لحصولك على قرض يغطي التكاليف إذا افتقرت للتمويل الكافي. ونسبة الفائدة على القرض معقولة جدًّا، وسيتم خصم الأقساط بشكل ملائم من راتبك، فهل ترغبين في الترقية؟».



JACEY

«الأوغاد! ».. همست، وفتحت عينيها.

ما زال الضوء فوقها ساطعًا، لكنه أصبح الآن بيضاوي الشكل. كانت رأسها مثبتة، ومعصماها وكاحلاها مقيَّدين.. لم يكن هذا مكتوبًا في العقد.

همس صوت ذكوري ليِّن، قائلاً: «مبروك يا إيفا.. لقد اجتزتِ الدورات المسمّاة الموت الخَطِّي والميلاد من جديد». نظرتْ حولها بأقصى ما تستطيع، لكنها لم تر أحدًا.. فاحت رائحة سائل مُبَيِّض.

أجابت: «ما لكم أيها الناس والحديث الديني؟»

ظهر وجه في محيط الرؤية.. إنه وجه رجُلٍ شاب، أخفت الإضاءة الخلفية الساطعة ملامحه. وضحك الصوت الذي سمعته من قبل، لكنه لم يصدر عن الرجل الظاهر الواقف أمامها.

سأل الرجل قائلاً: «هل تعرفين أين أنتِ؟» وبدا صوت السائل كالصوت الأول، ثم ظهر وجهٌ مطابق للوجه الأول.

قالت: «يُستحسن فعلاً أن أكون في المكان المُعَنْوَن بـ(9 ميتيس)، وإلا سأقاضيكم بسبب خرق بنود العقد».

دوّى صوت الضحكة مرة أخرى، لكن من على الجانب.

«توجد نسخة منك بالفعل في 9 ميتيس .... ».

وظهرت نسخة ثالثة من الوجه في محيط الرؤية؛ وتبيَّن لها الأمرُ فجأةً.

صرخَتْ: «لقد تعرضتُ للقرصنة.. وقد حصلتم على نسخة بدون حق! من أنتم بحق الجحيم ؟».

«ذكية ومشاكسة. نعم، أنا سعيد باختيارنا لكِ »

«من أنتم بحق الجحيم ؟»

«هدِّئي من روعك».. بدا الأمر وكأنهم يتبادلون الأدوار في الحديث.

«قولوا لي الآن أين أنا؟ ومَنْ تكونون؟»

تبادلت الوجوه نظرات قلقة.

«نحن نراقب إرسال حكومة النظام للأفراد الذين يتحلَّون بصفات تحوز على إعجابنا، وعندما نجد أحد هؤلاء الأفراد؛ فإننا نصنع نسخةً منه »

وسألت إيفا، بعد أن أُثير اهتمامها: «كيف يمكنكم تحليل المعلومات من الإشارة، دون إعادة تشكيل جسم الشخص بالكامل؟ لا وجود لمثل هذه التكنولوجيا »

«ربما لا يوجد في الفضاء الذي تتحكم فيه حكومة النظام، لكنه نظام متدهور. إن الرغبة في تطوير التكنولوجيا لم تعد موجودة، وكل جديد مدهش يُنظر إليه كتهديد للوضع الراهن. لا بد أن تكوني على علم بذلك »

قطبت جبينها..

«كنا نتابع عملك لبعض الوقت، وتحمسنا كثيرًا لاحتمال ضَمِّك إلى فريقنا »

«والآن، ماذا بعد؟»

«انضمِّي إلينا، بينما نطور التكنولوجيا لتدمير حكومة النظام، ونضع الحضارة الإنسانية على أعتاب المرحلة الجديدة من تطورها، وإلّا سيتم تدميرك كنسخة غير مشروعة »

«ما هي الاختيارات التي أمامي؟ أنا معكم».. أجابت، بينما بدأت بالفعل في التفكير في ترتيبات بديلة.

«ممتاز.. كل واحدة من النسخ ستكون لها نسخة احتياطية مجانًا كل ستة أشهر، و..... انتظري »

بدا القلق على الوجوه.. «للأسف، مؤشراتك العصبية تُظْهِر عداءً شديدًا.. يجب علينا إعادة المحاولة بأسلوب أكثر ملاءمة لبناء ثقتك »

«لا، انتظروا! لن تستطيعوا ... »

ابتسموا، وربتت يدٌ على يدها. «لن يؤلمك شيء.. سيتم تخديرك، وبعد ذلك ستستيقظين ببساطة مرة أخرى. يحدث ذلك عدة مرات للكُلّ؛ حتى نعلم الشكل الأفضل لتصميم الأسلوب الأمثل لتعريف المجنَّد الجديد بنا ».. حاولت الابتعاد.

«الأوغاد! » همست، وفتحت عينيها. ■

بيتر ج. إينيرت، طالب دراسات عليا، يدرس للحصول على شهادة الدكتوراه في علم الأحياء الخلوي والجزيئي بجامعة تكساس بمدينة أوستن. يستمتع بالنوم، وترجمة شهادات براءات الاختراع.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية